

2011

# MeeuwerderWaterWeg

*'Het water weg of een waterweg in de Oosterpoortbuurt?'*



Maarten Bennink en Lart Wolthuis

In samenwerking met:

Hanzehogeschool Groningen

en Stadsbeheer Groningen

12-01-2011

## Inhoudsopgave

Samenvatting .....	iv
Summary .....	v
1 Inleiding.....	1
1.1 Projectgebied .....	1
1.2 Aanleiding .....	2
1.3 Probleemstelling .....	2
1.4 Doelstelling .....	5
2 De huidige situatie .....	7
2.1 Geschiedenis van de Oosterpoortbuurt .....	7
2.2 Bevolkingsopbouw .....	8
2.3 Gebiedsindeling / bestemmingsplan .....	9
2.4 Grondopbouw en grondwaterstand .....	10
2.5 Hoogtegegevens .....	11
2.6 Rioolstelsel .....	11
2.7 Inrichting openbare ruimte / verharding.....	12
2.8 Conclusie .....	13
3 Juridisch Kader en de praktijk .....	14
3.1 Waterwet .....	14
3.2 Enquête .....	16
4 Aanpakken van wateroverlast in bestaand stedelijk gebied .....	19
4.1 Ontwikkelingen .....	19
4.2 Instrumenten .....	20
4.3 De aanpak .....	32
5 Oosterpoortbuurt aangepakt.....	36
6 Conclusie .....	52
7 Verklarende woordenlijst .....	54
7.1 Afkortingen .....	54
7.2 Termen en Definities.....	54
8 Literatuurlijst.....	56

## Bijlagen

Bijlage A : Bestemmingsplan Oosterpoortbuurt

Bijlage B : Boringen en bijbehorende locaties

Bijlage C : Rioleringskaart

Bijlage D : Rapportage rioolberekeningen

Bijlage E : Resultaten van de enquête

Bijlage F : Werking van constructies

Bijlage G : Berekeningen van infiltratievoorzieningen behorende bij tabel 4.3

Bijlage H : Uitklapkaart

Bijlage I : WaterOverlastLandschapKaart (WOLK)

Bijlage J : Deelgebieden

Bijlage K : Berekeningen Bergen-gebied

Bijlage L : Berekening Afvoer-gebied

## Tabellen

Tabel 3.1 Overzicht plannen per overheidsniveau .....	15
Tabel 4.1 Constructiepakket .....	23
Tabel 4.2 Gebiedskenmerken per inrichtingsgebied .....	24
Tabel 4.3 Kwantiteitsoverzicht Constructies.....	27
Tabel 4.4 Overzicht kwaliteit van de constructies .....	29
Tabel 4.5 Kwaliteit en Kwantiteit van constructies gecombineerd .....	31
Tabel 4.6 Stappen en producten.....	32
Tabel 5.1 Gebiedskenmerken van de constructieschijf .....	43
Tabel 5.2 Deelgebied en Constructiepakket .....	44
Tabel 5.3 Mogelijke constructies per deelgebied .....	45

## Figuren

Figuur 0.1 Aanpak van een probleemgebied .....	iv
Figuur 0.1 Approach of an area with nuisance .....	vi
Figuur 1.1 Projectgebied .....	1
Figuur 1.2 Water op straat op de Meeuwerderweg .....	2
Figuur 1.3 Verandering van neerslaghoeveelheid in de winter (www.knmi.nl) .....	3
Figuur 1.4 Verandering van neerslaghoeveelheid in de zomer (www.knmi.nl) .....	3
Figuur 1.5 Herhalingstijd buien (Buishand, T.A. & Wijngaard J.B, 2007) .....	4
Figuur 2.1 Groningen anno 1649 (www.wikipedia.nl) .....	7
Figuur 2.2 Leeftijdsverdeling bewoners Oosterpoortbuurt ten opzichte van landelijk gemiddelde .....	9
Figuur 2.3 Bestemmingskaart .....	10
Figuur 2.4 Hoogtekaart Oosterpoortbuurt .....	11
Figuur 2.5 Lengte profiel Meeuwerderweg .....	12
Figuur 3.1 Onderzoeksgebied enquête wateroverlast .....	16
Figuur 4.1 Vasthouden-Bergen-Afvoeren (www.rijksoverheid.nl) .....	20
Figuur 4.2 Verloop waterstroom .....	22
Figuur 4.3 De constructieschijf .....	24
Figuur 4.4 Aanpak van een probleemgebied .....	32
Figuur 5.1 WOLK Oosterpoortbuurt.....	37
Figuur 5.2 Overlastlocaties en stroomlijnen.....	38
Figuur 5.3 Toepassingsgebieden voor de Oosterpoortbuurt.....	40
Figuur 5.4 indeling deelgebieden.....	41
Figuur 5.5 Hoogtegegevens Jakobstraat - Kwintlaan .....	42
Figuur 5.6 Hoogtegegevens Oliemulderstraat - Palmslag.....	42
Figuur 5.7 Hoogteprofiel Oosterweg .....	46
Figuur 5.8 Schematisatie van watershells.....	50
Figuur 6.1 Aanpak van een probleemgebied .....	52

## Samenvatting

Naar aanleiding van wateroverlast in de Oosterpoortbuurt in de gemeente Groningen, 12 juli 2010, is een onderzoek opgesteld in samenwerking met de gemeente Groningen. In dit onderzoek staat de vraag, hoe om te gaan met extreme neerslag in stedelijk gebied, centraal. Uit de klimaat scenario's, die door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) zijn opgesteld, blijkt dat de buien intensiever worden. Om hier in de toekomst beter mee om te gaan, is er onderzoek gedaan naar het aanpakken van extreme neerslag in bestaand stedelijk gebied. Dit is gedaan aan de hand van de overlastsituatie rond de Meeuwerderweg, een straat in de Oosterpoortbuurt.

Dit onderzoek is opgedeeld in een gebiedsgericht en een algemeen deel. In dit onderzoek is het gebied de Oosterpoortbuurt in de gemeente Groningen. Een buurt die eind 19<sup>e</sup> eeuw ontstaan is aan de zuidkant van de stad. Tegenwoordig wonen er ongeveer 5000 mensen. Het is een levendige wijk waar veel jonge mensen wonen en waar het cultureel centrum de Oosterpoort staat. Verder kenmerkt het gebied zich door relatief grote hoogteverschillen, een hoge grondwaterstand en veel verhard oppervlak. Dit veroorzaakte grote wateroverlast in de lager gelegen delen toen op 12 juli 44 millimeter water in één kwartier viel. In dit onderzoek is er onderzocht wie er aansprakelijk is voor wateroverlast in bestaand stedelijk gebied en wat er aan te doen is.

De aansprakelijkheid bij schade door wateroverlast is vastgelegd in de Waterwet. Gemeenten hebben sinds 2008 een zorgplicht voor hemelwater. Dit houdt in dat gemeenten risicogebieden in kaart moeten brengen en daar een aanpak op maat voor moeten opstellen. Uit een uitgevoerde enquête blijkt dat veel buurtbewoner materiële schade hebben door wateroverlast. Slecht een klein deel declareert dit bij hun verzekeraar en dit wordt in de meeste gevallen gehonoreerd. De kans dat de gemeente Groningen aansprakelijk wordt gesteld is klein, maar een aanpak is wel gewenst.

In dit rapport is een aanpak opgesteld om wateroverlast in bestaand stedelijk gebied aan te pakken. Dit is gedaan aan de hand van de volgende instrumenten:

- Het toepassen van de trits *Vasthouden – Bergen – Afvoeren*. Op landelijk niveau is afgesproken dat aan de hand van deze trits er meer ruimte voor water moet komen;
- Het simulatieprogramma WaterOverlastLandschapsKaart (WOLK). Dit is een programma dat is ontwikkeld door ingenieursbureau TAUW om stroomlijnen en overlastgebieden te bepalen;
- De Constructieschijf. Dit geeft constructies weer die toepasbaar zijn om neerslag te verwerken en in welk gebied deze te construeren zijn;
- De Constructietabellen. Deze geven de kwaliteit en kwantiteit weer van de diverse constructies weer.

Dit gebeurt volgens het stappenplan uit Figuur 0.1. Dit stappenplan heeft als doel om zoveel mogelijk gebied af te koppelen van het bestaande rioolstelsel.



Figuur 0.1 Aanpak van een probleemgebied

Dit stappenplan is gebruikt om een aanpak op te stellen voor de Oosterpoortbuurt. Gebaseerd op de bui van 12 juli 2010 is met deze aanpak van de totale 40 hectare 19,5 hectare afgekoppeld. Wanneer er voor een duurdere constructie wordt gekozen loopt dit op naar 27,4 hectare. Het is aan de opdrachtgever om een afweging tussen kosten en baten te maken.

## Summary

In reference to the nuisance of water, happened in the quarter Oosterpoortbuurt in Groningen on 12<sup>th</sup> of July 2010, a study started in cooperation with the municipality of Groningen. The central question in this study was how to handle extreme precipitation in urban areas. Based on the climate scenarios, set up by the Royal Dutch institute of meteorology (KNMI), it appears that rainfall will become more intensive. To handle these extreme precipitations in the future, a study has been started to set up a approach for handling this in urban areas. This study has been linked to the nuisance near the Meeuwerderweg, a street in the Oosterpoortbuurt.

This study has been split up in a part focused on the quarter and a general part. Oosterpoortbuurt in Groningen. This ward has been built in the last period of the 19<sup>th</sup> century. Today, about 5000 persons live in this ward. It's a lively quarter with a lot of young people. Also the cultural center 'The Oosterpoort' is located in the neighborhood. Besides this area contains big elevations, a high groundwater level and a lot of paved surface. On July 12<sup>th</sup> these factors caused a lot of nuisance in the lower parts of the ward because the intensity reached a level of 44 millimeters in a timeframe of 15 minutes. During this study research has taken place to find out who is responsible for nuisance and its damage in urban areas and what to do with it.

The responsibility for damage caused by flooding is established by the Water Law. Since 2008 it's the duty of city councils to care about the handling of precipitation. This means they have to find out which locations have a high risk of nuisance of water. They also have to make plans to make these areas less sensible for flooding during extreme rainfall. It appears that a lot of citizens have had material damage caused by the nuisance of last summer. Only a small part of these people have claimed their damage to their insurance. In most cases this declaration is honored by the insurance companies. It's not likely that the council will be held liable for the damage but an approach is necessary.

In this report a certain approach has been set up to handle extreme precipitation in existing urban areas. This is done by the following tools:

- Apply the triad Hold – Store – Remove. Nationwide it is arranged to use this triad to create more space for water;
- The simulation program Nuisance of Water Landscape Chart. (WOLK). This program is developed by Tauw, a consultancy company. This chart shows an overview of the project area with flow lines of water and high water zones.
- The construction disc. This shows constructions which are applicable to handle the precipitation and in which type of area this should be positioned.
- Constructiontables. These tables show the quality and quantity of the construction which are needed in a certain situation.

The use of these tools are done by the steps which are shown in Figuur 0.1. The aim of this scheme is to disconnect as much as possible area from the sewer.



**Figuur 0.1 Approach of an area with nuisance**

This scheme has been implemented to the Oosterpoortbuurt. Based on the Precipitation which has been occurred on 12<sup>th</sup> of July 2010 an area of 19,5 hectare has been disconnected. When the principal decides to choose for a more expensive solution, this increases to an area of 27,4 hectare. The final decision has to be made by the principal.

## 1 Inleiding

Dit onderzoek houdt zich bezig met het verwerven van kennis over stedelijk waterbeheer. Vervolgens wordt deze informatie gebruikt als toepassing rond de Meeuwerderweg in de gemeente Groningen. Buien blijken volgens het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) heviger en intensiever te worden (KNMI 2006) waardoor het bestaande afwateringssysteem volgens betrokken partijen als de Gemeente Groningen en omwonenden niet afdoende is. Een voorbeeld hiervan is de bui van 12 juli 2010, waardoor er op een deel van de Meeuwerderweg binnen een kwartier water op straat stond. Om herhaling te voorkomen is onderzoek noodzakelijk om tot een gebiedsvriendelijke, milieuvriendelijke, duurzame en acceptabele aanpak te komen. Hierdoor wordt het voor mensen mogelijk om te 'leven met water'.

Om tot een dergelijke aanpak te komen, is als eerst kennis van de buurt noodzakelijk. Deze wordt beschreven in hoofdstuk 2. Er wordt ingegaan op de geschiedenis, buurtopbouw, hoogtegegevens bodemopbouw en het bestaande rioolstelsel. Daarna worden in hoofdstuk 3 het juridisch kader en de bevindingen van de bewoners van de Oosterpoortbuurt besproken. Hierin komt naar voren waarom ,juridisch en maatschappelijk gezien, de gemeente Groningen de Oosterpoortbuurt mogelijk moet aanpakken. Op welke manier de buurt aangepakt kan worden, wordt in hoofdstuk 4 uitgewerkt. Instrumenten die helpen bij het maken van een keuze, worden uitgewerkt en vervolgens verwerkt in een algemene aanpak tegen wateroverlast in een bestaand stedelijk gebied. Voor de Oosterpoortbuurt in Groningen is deze aanpak in de praktijk gebracht. Dit is in hoofdstuk 5 uitgewerkt.

Dit onderzoek is opgesteld in een periode van totaal vier maanden door een team van twee studenten van de Hanzehogeschool Groningen. Zij zijn ondersteund door mevrouw Krijt en de heer Jansma van Stadsbeheer Groningen. Begeleiding lag in handen van mevrouw Krol en de heer Akkerman, docenten van het kenniscentrum Noorderruimte, van de Hanze hogeschool Groningen.

### 1.1 Projectgebied

De Oosterpoortbuurt is van oudsher een volksbuurt. Deze buurt, die in de negentiende eeuw als eerste uitbreiding van het oude stadshart van Groningen gerealiseerd werd, ligt ten Zuidoosten van de binnenstad. Het ligt ingesloten tussen de Diepenring, het Winschoterdiep, de Zuidelijke Ringweg en de spoorlijn Groningen – Assen. In principe vormen deze de grenzen van het project. Dit is te zien in Figuur 1.1. Een uitgebreidere beschrijving van het gebied is verderop in het rapport te lezen.



Figuur 1.1 Projectgebied



## 1.2 Aanleiding

Nederland heeft te maken met een gematigd zeeklimaat, dat wordt veroorzaakt door de Noordzee. Daarnaast wordt het klimaat voor een klein deel beïnvloedt door de Atlantische oceaan. Dit betekent relatief zachte winters en koele zomers en relatief veel regen en wind. De regen valt gelijkmatig verdeeld over het hele jaar. Het KNMI verwacht dat dit in de toekomst meer zal veranderen naar extremen door klimaatsverandering. Naast perioden van droogte en hitte, wordt ook extreme neerslag in de zomer verwacht. Juist dit heeft effect op het verwerken van regenwater. Vooral in stedelijk gebied is dit een groot probleem, omdat dit gebied vooral uit verhard oppervlak bestaat. Dit, in combinatie met de toename van extreme neerslag, zal in de toekomst tot grotere belasting van het afwateringssysteem leiden.



**Figuur 1.2 Water op straat op de Meeuwerderweg**  
(flickr.com)

Een voorbeeld hiervan is de Meeuwerderweg in de stad Groningen. De Meeuwerderweg is samen met de Oosterweg de hoofdontsluiting van de Oosterpoortbuurt. Zoals gezegd, heeft er op 12 juli 2010 een bui plaatsgevonden waarbij het afwateringssysteem niet voldeed. Dit is te zien in Figuur 1.2. Dit had als gevolg dat het water zich verzamelde op de Meeuwerderweg.

Rond 2004 is er een nieuw gemengd rioolstelsel aangelegd onder de Meeuwerderweg. In de jaren daarop is gebleken dat het gerealiseerde systeem overlast door water op straat niet kan voorkomen bij extreme neerslag. Onderzoek is gewenst om water op straat te voorkomen of acceptabel te maken.

## 1.3 Probleemstelling

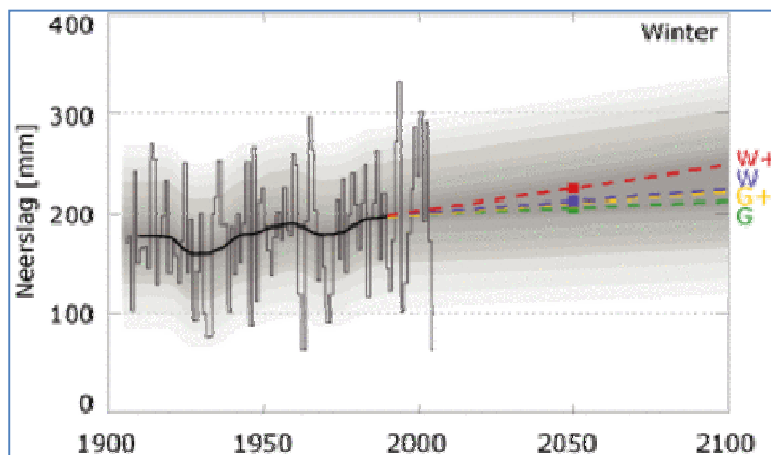
Het probleem wordt veroorzaakt door een aantal factoren. Deze worden hier toegelicht.

De Oosterpoortbuurt grenst aan het stadscentrum. Dit stedelijk gebied wordt gekenmerkt door een hoog percentage verhard oppervlak en kleine en oude woningen. Dit veroorzaakt waarschijnlijk een grote stroom aan regenwater dat zich via het oppervlak naar het riool verplaatst. Daarnaast is de Oosterpoortbuurt min of meer in een kom gebouwd. Voor Noord-Nederlandse begrippen komen er tamelijk grote hoogte verschillen voor in de Oosterpoortbuurt. Op enkele plaatsen zijn op een afstand van ongeveer 300 meter hoogte verschillen aanwezig van 3 meter. Aan de Meeuwerderweg bevindt zich het laagste punt. Verder is het mogelijk dat de capaciteit van het riool niet toereikend is. Ook is het mogelijk dat het riool niet optimaal wordt gebruikt.

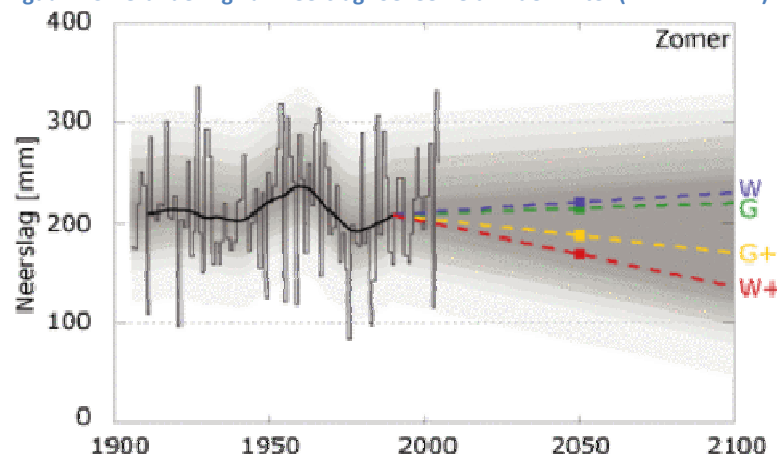
In de toekomst zal de verandering van het klimaat ook een belangrijke rol gaan spelen in de Oosterpoortbuurt. Op basis van Global Climate Models (GCM's) heeft het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) vier klimaat scenario's opgesteld. Vooral de verandering in neerslag zal van invloed zijn op de situatie in de Oosterpoortbuurt. Deze vier scenario's zijn als volgt gedefinieerd:

- **G:** Gematigd, een temperatuursstijging van 1°C in 2050 ten opzichte van 1990;
- **G+ :** Gematigd+, een temperatuursstijging van 1°C in 2050 ten opzichte van 1990 met daarbij een verandering in luchtstromen boven West-Europa;
- **W:** Warm, een temperatuursstijging van 2°C in 2050 ten opzichte van 1990;
- **W+:** Warm+, een temperatuursstijging van 2°C in 2050 ten opzichte van 1990 met daarbij een verandering in luchtstromen boven West-Europa (KNMI 2006).

In de volgende twee figuren is aangegeven wat deze vier scenario's betekenen voor de hoeveelheid neerslag in de winter (december, januari, februari) en in de zomer (juni, juli en augustus).



Figuur 1.3 Verandering van neerslaghoeveelheid in de winter ([www.knmi.nl](http://www.knmi.nl))

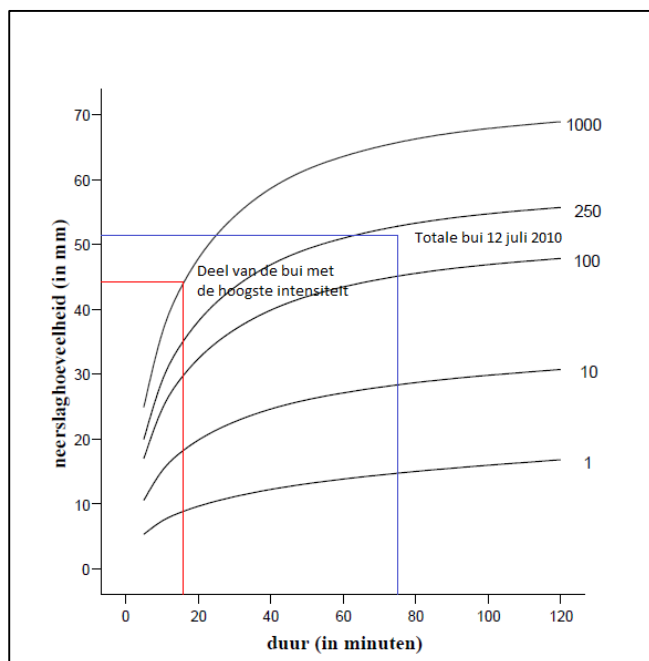


Figuur 1.4 Verandering van neerslaghoeveelheid in de zomer ([www.knmi.nl](http://www.knmi.nl))

Zoals te zien in Figuur 1.3 wordt verwacht dat de winters natter worden. Ook gaan de zomers er anders uit zien. Afhankelijk van het al dan niet veranderen van luchtstromen, zal een zomer natter of juist droger worden. Klimaat scenario's "W" en "G" zijn hoofdzakelijk van belang voor het stedelijk gebied (KNMI, 2009). Zoals te zien in Figuur 1.4 voorspellen deze scenario's dat de hoeveelheid neerslag in de zomer gaat toenemen. Daarnaast speelt er nog een ander aspect mee, namelijk de intensiteit van buien. Aan het aantal natte dagen per jaar (>0,1mm per dag), dat nu ligt op ongeveer 190 dagen, zal niet veel veranderen. Het aantal natte dagen zal eerder minder worden dan meer. Omdat er wel meer neerslag valt, betekent dit dat de neerslagintensiteit toe neemt. Dit heeft als gevolg dat het rioolstelsel meer water in dezelfde tijd moet verwerken. Hierdoor kunnen er problemen ontstaan zoals op 12 juli 2010 in de Oosterpoortbuurt.

Wanneer er wordt gekeken naar de neerslag die afgelopen 12 juli is gevallen, blijkt dat het hier om extreme neerslag gaat. Een bui waarin binnen 5 minuten meer dan 10 millimeter neerslag valt,

wordt door het KNMI als wolkbreuk gezien ([www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)). Zij gaan er van uit dat een dergelijke bui eens in 10 jaar voor kan komen. Bij de bui van afgelopen zomer is er 51,7 millimeter neerslag gevallen in vijf kwartier. Hiervan is 44 millimeter neerslag gevallen in 15 minuten. Omdat deze intensiteit het meest belangrijk is voor de situatie in de Oosterpoortbuurt, wordt dit deel in de rest van het onderzoek van de bui gebruikt. Wanneer aangegeven wordt dat het om de bui van 12 juli gaat, wordt gerefereerd aan de 44 millimeter in één kwartier. Deze waarde is aanzienlijk hoger dan de definitie van een wolkbreuk. De mate waarin deze bui voor zal komen is weergegeven in Figuur 1.5.



Figuur 1.5 Herhalingstijd buien (Buishand, T.A. & Wijngaard J.B, 2007)

Wanneer de bui van 12 juli wordt uitgezet in Figuur 1.5, blijkt dat het om een bui gaat die statistisch eens in de 1000 jaar voor zal komen. Het gaat dus om een exceptionele bui. Zeker wanneer opgemerkt wordt dat een riool doorgaans gedimensioneerd wordt op een bui die eens in de twee jaar valt. Deze bui heeft een neerslagintensiteit van 19,8 millimeter in één uur. Deze bui wordt ook wel bui 8 genoemd ([www.maastricht.nl](http://www.maastricht.nl)). Het KNMI stelt dat deze herhalingstijd in de toekomst kleiner wordt. Nu zal dat niet veranderen naar een herhalingstijd van eens in de tien jaar, maar het staat wel vast dat de intensiteit toe neemt.

Kort gezegd wordt het waterprobleem veroorzaakt door de volgende factoren:

- Stedelijk gebied met veel verhard oppervlak;
- Grote hoogte verschillen met het laagst liggend punt op de Meeuwerderweg;
- Capaciteit van het gemengd rioolstelsel;
- Verandering van het klimaat;

Omdat deze situatie in een vrij korte periode twee keer is voorgekomen (zowel in 2007 als in 2010), ontstaat er de vraag of de gemeente aansprakelijk kan worden gesteld bij herhaling. Verzekeringsmaatschappijen zullen op den duur claims doorsturen naar de gemeente. Kennis van de wetten die hiervoor zijn opgesteld en de ernst van de situatie in de Oosterpoortbuurt zijn nodig om politiek draagvlak voor dit probleem te krijgen.

## 1.4 Doelstelling

Het onderzoek is er op gericht om overzichtelijk te maken welke integrale aanpakken mogelijk zijn om water te verwerken in stedelijk gebied. Om het onderzoek verder in te kaderen wordt gebruik gemaakt van een allesomvattende hoofdvraag, deze luidt:

**Door middel van welke samenhangende, integrale aanpak wordt het mogelijk voor mensen die wonen in stedelijk gebied, zoals de omgeving van de Meeuwerderweg, om te “leven met water”?**

Om de onderzoeksvraag verder in te kaderen, zullen hierna enkele begrippen worden verduidelijkt en omschreven.

**Samenhangend:** *De problemen die in stedelijk gebied worden ervaren, ontstaan door (regen)water, worden veroorzaakt door een combinatie van factoren. Deze factoren worden beschreven in deelvraag 1. Om de situatie acceptabel te maken is er behoefte aan een samenhangende aanpak. Deze maatregelen moeten betrekking op elkaar hebben en samen tot een geheel leiden die het probleem in zijn geheel acceptabel maakt.*

**Integraal:** *Alles omvattend, de maatregel zal alles omvattend moeten zijn. Er wordt niet alleen gekeken naar het riool, maar ook naar de omgeving. In dit onderzoek wordt er van uitgegaan dat wanneer een maatregel zowel duurzaam, milieuvriendelijk als gebiedsvriendelijk is, het een integrale maatregel is.*

**Leven met water:** *Nederland heeft altijd met water te maken gehad. Zowel positief (inkomstenbronnen en recreatie) als negatief (overstromingen en overlast). Met ‘leven met water’ wordt in dit onderzoek bedoeld dat een balans gevonden wordt tussen het positieve en negatieve, zodat er voor de burgers een stap wordt gezet om een betere leefomgeving te creëren.*

Om antwoord te krijgen op deze vraag, is er gebruik gemaakt van 5 deelvragen. Op deze manier wordt stapsgewijs gewerkt naar het antwoord op de hoofdvraag. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende vijf deelvragen:

### **Deelvraag 1:**

*Wat is de huidige situatie in de omgeving van de Meeuwerderweg en hoe worden de problemen met betrekking tot wateroverlast veroorzaakt?*

### **Deelvraag 2:**

*Tot waar reikt de wettelijk verantwoordelijkheid van de gemeente met betrekking tot het verwerken van hemelwater?*

### **Deelvraag 3:**

*Welke maatregelen zijn bekend of zijn ontwikkeld voor vergelijkbare vraagstukken?*

### **Deelvraag 4:**

*Welke, bij deelvraag 3 gevonden maatregelen kunnen een bijdrage leveren aan de aanpak van het waterprobleem in de Oosterpoortbuurt?*

**Deelvraag 5:**

*Welke aanpak is aan te raden gelet op kosten, techniek, omgeving en realisatietijd?*

In de opbouw is onderscheid gemaakt tussen twee onderdelen. Een gebiedsgericht deel en een algemeen deel. Het eerste onderdeel gaat over het verkrijgen van praktische kennis. Dit betekent dat er gezocht wordt naar een aanpak om beter om te gaan met extreme neerslag in de Oosterpoortbuurt. Hiermee is begonnen in de eerste fase van het rapport. In deze fase is aandacht besteed aan het beantwoorden van de eerste deelvraag.

Het tweede onderdeel is algemene kennis. Dit onderdeel wordt gezien als de tweede fase van het project. Hierin zullen de tweede en derde deelvraag worden beantwoord. In dit deel is de Oosterpoortbuurt buiten beschouwing gelaten. In deze tweede fase zal aandacht worden besteed aan stedelijk waterbeheer in algemene zin. Hier staan de volgende aspecten centraal:

- Een overzicht van innovatieve afwateringssystemen verkrijgen in stedelijk gebied.
- Inzicht verkrijgen in de mate van aansprakelijkheid van gemeenten bij wateroverlast.
- Komen tot een opzet voor het verwerken van extreme neerslag in stedelijk gebied.

Vervolgens zal over gegaan worden naar fase 3. Hierin zal gericht worden gewerkt aan een aanpak tegen wateroverlast in de Oosterpoortbuurt. In dit deel zal de vergaarde kennis toegepast worden op de buurt. Dit leidt naar een plan dat gericht is op de Oosterpoortbuurt waarin een aanpak wordt beschreven om beter om te gaan met extreme neerslag.

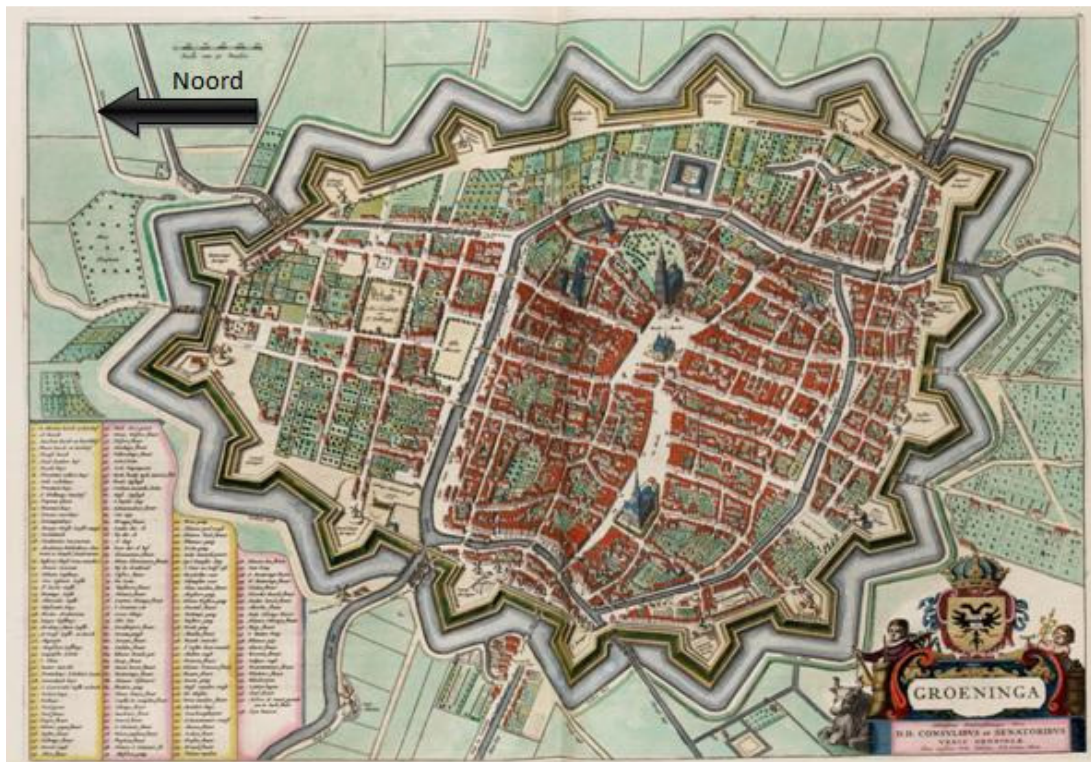


## 2 De huidige situatie

Eén van de doelen van dit onderzoek is om wateroverlast in de Oosterpoortbuurt door extreme neerslag aan te pakken. Voor dat dit mogelijk is, is inzicht over de buurt noodzakelijk. Op deze manier worden algemene en technische gegevens over de buurt in kaart gebracht. Dit wordt gedaan door allereerst de geschiedenis van de buurt te behandelen. Dit geeft een beeld over hoe de buurt tot stand is gekomen en hoe de buurt ontwikkeld is. Vervolgens komt de bevolkingsopbouw aan bod. Dit geeft informatie over hoe de huidige leefsituatie en hoe de buurt momenteel gebruikt wordt. Aansluitend hierop zullen de gebiedsindeling, de grondopbouw, de hoogte gegevens, het rioolstelsel en de inrichting van de openbare ruimte naar voren komen. Dit zijn gegevens die meer betrekking hebben op de technische analyse van het gebied. Deze gegevens worden later gebruikt tijdens de het opstellen van de aanpak en de berekeningen van de gekozen constructies.

### 2.1 Geschiedenis van de Oosterpoortbuurt

Groningen is tot de 19e eeuw een vestingstad geweest. Nog steeds zijn er sporen te zien die wijzen op het vestingverleden van de stad. In onderstaand figuur is de stad te zien zoals deze er uit zag zonder uitbreiding buiten de stadswal. Deze kaart geeft de stad in 1649 weer. Echter, tot eind negentiende eeuw is er vrijwel niets veranderd aan deze situatie. Aan het eind van de 19e eeuw is de stad voor het eerst grootschalig uitgebreid buiten het oorspronkelijke vestingterrein. ([www.gemeente.Groningen.nl](http://www.gemeente.Groningen.nl)) Er was besloten om meer huisvesting te creëren voor arbeiders en kleine zelfstandigen. Deze eerste uitbereiding heeft plaatsgevonden aan de zuidkant van de stad, de huidige Oosterpoortbuurt.



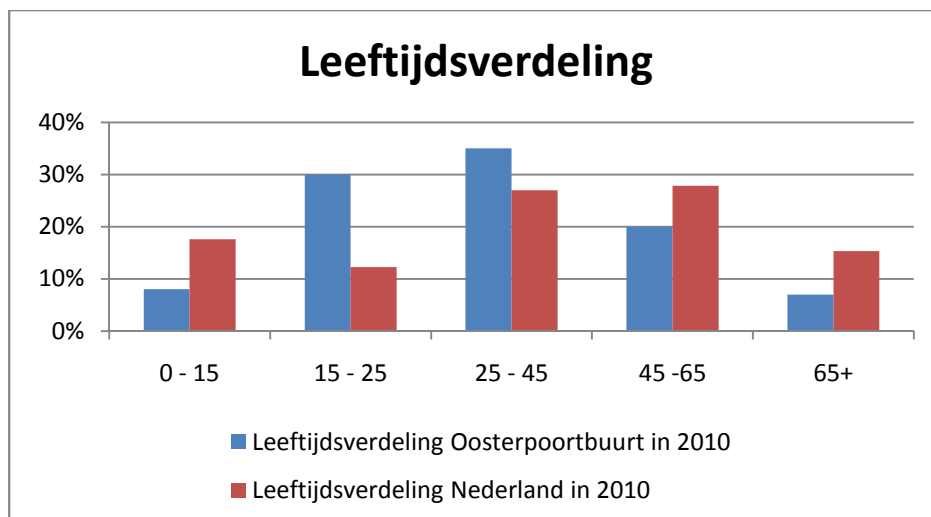
Figuur 2.1 Groningen anno 1649 ([www.wikipedia.nl](http://www.wikipedia.nl))

Voordat de bouw van de Oosterpoortbuurt begon, was de Oosterweg een belangrijke toegangsweg voor de stad. Rond deze weg is begonnen met het realiseren van nieuwe woningen. Halverwege de 19<sup>e</sup> eeuw is daadwerkelijk begonnen met de eerste bebouwing ten zuiden van de stad. Een aantal jaren nadat dit tot stand kwam, is begonnen met de spoorlijn richting Duitsland. Vanaf dit moment was de Oosterweg geen belangrijke toegangsweg meer en heeft de Hereweg deze functie volledig overgenomen. In de jaren hierop is de buurt steeds verder ontwikkeld. Dit is afgerond in de eerste jaren van de 20<sup>e</sup> eeuw. In deze periode is een deel van de buurt gebouwd door projectontwikkelaars. Omdat de woningnood opliep, wilden zij zo veel mogelijk woningen bouwen op zo min mogelijk grond. Zij maakten daarom vooral gebruik van speculatie- of revolutiebouw, goedkope woningen van matige kwaliteit bestemd voor de verhuur. Zo werden smalle straatjes gepland of werd een goede riolering niet meegenomen in hun plan. Om dit te voorkomen in de rest van de buurt heeft de gemeente een stratenplan opgesteld. Dit is direct terug te zien aan de wijkopbouw en de aanzienlijk bredere straten in het zuidelijk deel van de buurt.

Direct na de Tweede Wereldoorlog heeft er op een aantal plekken in de buurt een zogenaamde wijkvernieuwing plaatsgevonden. Allereerst moesten rond 1970 huizen wijken voor de aanleg van de zuidelijke ringweg. Daarnaast is rond hetzelfde jaar de veemarkt verplaatst naar de Sontweg en is op die plaats het cultureel centrum De Oosterpoort gebouwd. Dit in combinatie met de aanleg van woningen in de direct achterliggende straten. Als laatste zijn in de jaren negentig de woningen in het zuidwesten gebouwd. Deze woningen zijn in dezelfde stratenstructuur gebouwd als de rest van de buurt zodat ook dit nieuwe deel in de buurt past.

## 2.2 Bevolkingsopbouw

De Oosterpoortbuurt is in eerste instantie gebouwd als arbeidersbuurt. Oorspronkelijk woonden hier mensen uit het lagere segment van de bevolking. In de kleine woningen woonden relatief grote gezinnen. Dit was vooral te zien rond 1950 toen er ongeveer 15.000 mensen woonden in de buurt. Rond 1980 was dit aantal gezakt naar ongeveer 5.000 personen. Sindsdien is het bewonersaantal niet veel meer veranderd. Op dit moment wonen er iets minder dan 5.000 mensen. De bevolkingsverdeling per categorie is te zien in Figuur 2.2. De opbouw van de buurt is anders dan het landelijk gemiddelde (statline.cbs.nl). Vooral veel jonge mensen wonen in deze buurt wanneer dit wordt vergeleken tegen het landelijk gemiddelde. Het gaat in de wijk om 30% van de personen die vallen onder de categorie 15 tot 25 jaar. Daarbij blijkt dat 70% van de huishoudens eenpersoonshuishoudens zijn. Dit wordt veroorzaakt door de vele studenten die momenteel woonachtig zijn in de buurt.



Figuur 2.2 Leeftijdsverdeling bewoners Oosterpoortbuurt ten opzichte van landelijk gemiddelde

### 2.3 Gebiedsindeling / bestemmingsplan

Zoals al eerder gezegd is de Oosterpoortbuurt van oorsprong een arbeidersbuurt waarbij de woningdichtheid relatief hoog is. Dit is terug te zien in de kaart die de bestemming van een bepaald object of locatie aangeeft. Deze kaart is te zien in Figuur 2.3 en in Bijlage A. Het grootste deel van de buurt is bestemd voor woningbouw. Hieronder valt de woning maar ook de bijbehorende tuin. In vrijwel alle gevallen grenst de woning direct aan het trottoir en is er daarom geen sprake van een voortuin. Wel is er veelal tussen de woningen ruimte voor een achtertuin. Dit zijn vaak kleine tuinen.

De panden aan de Meeuwerderweg zijn weergegeven als 'centrum' van de wijk. In dit gebied bevinden zich veel winkels afgewisseld met woonhuizen. Aan deze weg bevinden zich bijvoorbeeld een supermarkt, een kluswinkel, een sigarenwinkel, een cafetaria en een aantal kroegjes. Dit is daardoor ook het drukste en levendigste deel van de buurt. Verder zijn er in de buurt weinig parken, perkjes en grasveldjes aanwezig. Dit heeft ook weer te maken met het verleden van de buurt. Wat niet op de kaart is weergegeven is de aanwezigheid van bomen. Aan de Meeuwerderweg staan relatief veel bomen maar ook in de andere straten ontbreekt het niet aan begroeiing in de vorm van bomen en struiken.

Het overige deel van de buurt is bestemd voor andere doeleinden. Een belangrijk pand in deze buurt is het cultureel centrum De Oosterpoort. Deze is gelegen in het noorden van de buurt. Direct hieraan grenzend staat het Prins Claus Conservatorium. Daarnaast zijn er nog een aantal andere panden die voor maatschappelijke doeleinden worden gebruikt, zoals het speeltuingebouw en twee basisscholen. Het zogeheten Zuiderpark wordt toegeschreven aan de dienstverlening. Hier bevinden zich bedrijven die niet zijn gehuisvest in moderne bedrijfspanden, maar in de oorspronkelijke villa's.





Figuur 2.3 Bestemmingskaart

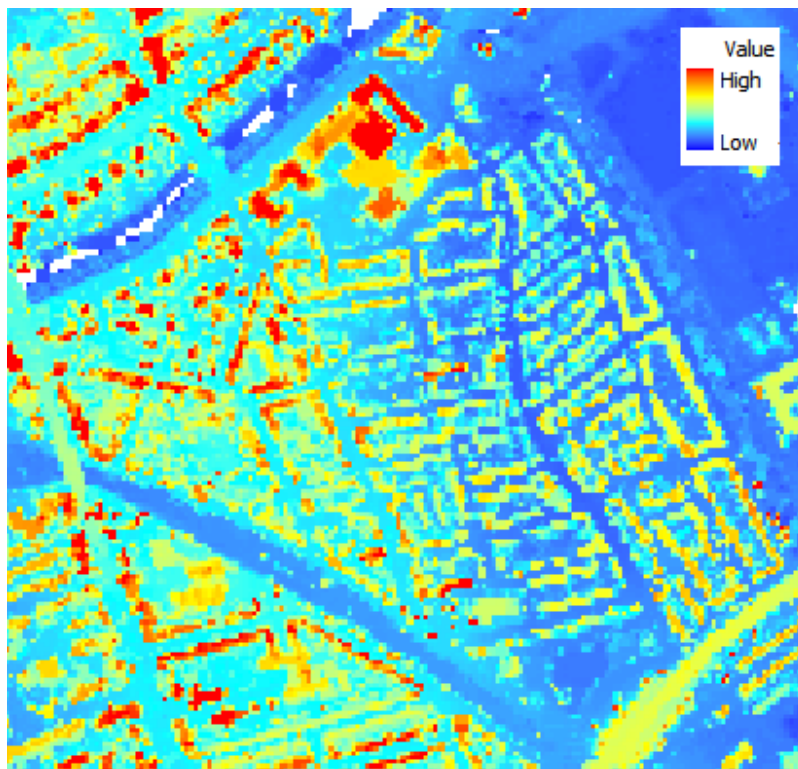
## 2.4 Grondopbouw en grondwaterstand

De Oosterpoortbuurt ligt tegen de Hondsrug aan. De Hondsrug is een heuvelrug van ongeveer 60 kilometer lang ([www.geosites.nl](http://www.geosites.nl)). Deze heuvelrug ligt tussen Emmen en de stad Groningen. Aanvankelijk ging men er van uit dat deze heuvelrug is gevormd door tektonische activiteit ofwel het bewegen van verschillende aardkorsten. In eerste instantie werd dit gesteld omdat de Hondsrug één zeer scherpe zijde heeft, namelijk aan de oostkant. Dit wordt ontkracht doordat er tot op heden geen aardscheuren zijn gevonden. Tegenwoordig wordt de voorlaatste ijstijd als verklaring gebruikt. Deze tijd wordt het Saalien genoemd en is ongeveer 238.000 jaar geleden begonnen. Deze periode heeft ruim 100.000 jaar geduurd. In deze periode is er een honderden meters dikke ijskap vanuit Scandinavië richting West-Europa geschoven. Deze ijskap heeft in Nederland sporen achtergelaten zoals de zogenaamde zwerfkeien en keileem. Deze materialen zijn daarom terug te vinden rond de Hondsrug, zo ook in de Oosterpoortbuurt.

Van een vijftal boringen zijn de gegevens geanalyseerd en tonen dat de bovenste grondlaag in de Oosterpoortbuurt uit zand bestaat. Deze laag is ongeveer twee meter dik. Hieronder volgt een laag die bestaat uit leem. Dit komt overeen met het geologisch tijdvlak, het Saalien, dat eerder genoemd is. Over de grondwaterstand is niet veel bekend. Bij de eerder genoemde boringen zijn ook vijf peilbuizen aangebracht. Deze bevinden zich in de hoogste gedeelten van de buurt. Deze grondwaterstanden variëren van + 2.88 meter tot +0.74 meter ten opzichte van Normaal Amsterdams Peil (NAP). Het oude Winschoterdiep heeft een winterpeil van +0.45 meter ten opzichte van NAP. De boringen, grondwaterstanden en hun locaties zijn te vinden in Bijlage B

## 2.5 Hoogtegegevens

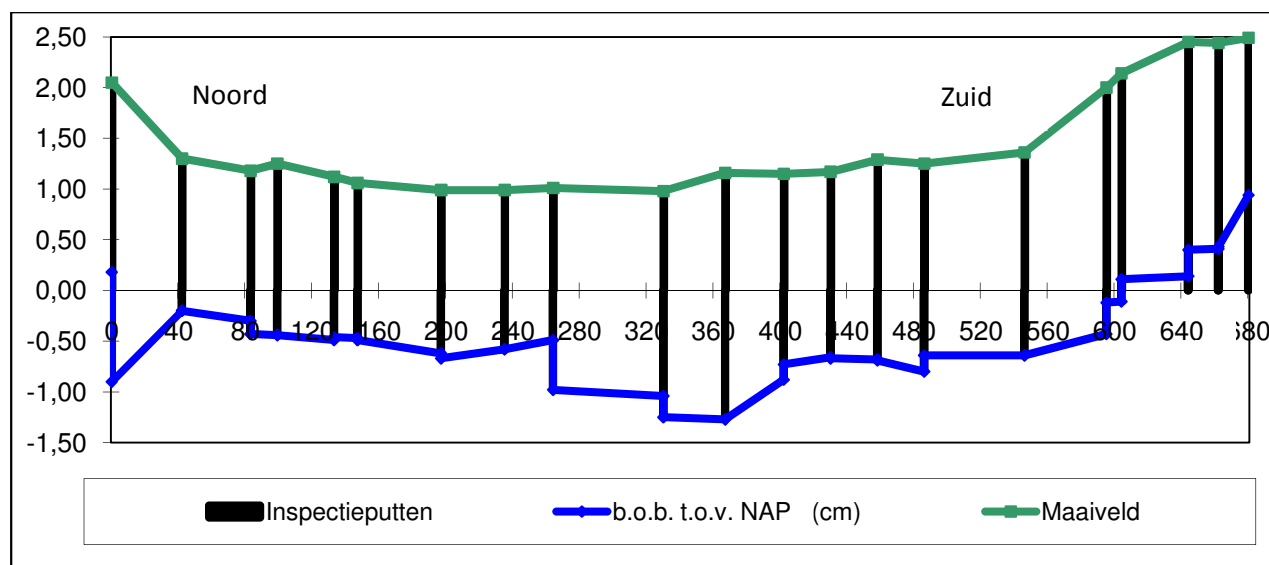
Zoals gezegd ligt de Oosterpoortbuurt tegen de Hondsrug. Dit heeft niet alleen effect op de grondopbouw maar ook de hoogte van het gebied. Niet alleen de hoogte zelf, maar vooral de hoogteverschillen zijn zeer opvallend in de buurt. Op enkele plaatsen worden verschillen van 3 meter gemeten over een horizontale afstand van 300 meter. Dit is voor Noord-Nederlandse begrippenuitzonderlijk. Aan de oostkant bevindt zich het oude Winschoterdiep. Dit water ligt relatief hoog ten opzichte van het gebied. Deze twee aspecten maken dat het laagste punt aan de Meeuwerderweg ligt. Wanneer het regent zal, het grootste deel via het straatprofiel afstromen naar de Meeuwerderweg. Een hoogtekaart van het gebied is weergegeven in Figuur 2.4. Dit is een afbeelding die is gemaakt uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Deze gegevens zijn opgebouwd uit vierkante rasters van 25 vierkante meter (van der Zon, 2010). Aan een dergelijk rasterdeel wordt één waarde gekoppeld. Dit betekent dat er een gemiddelde van de gemeten waarden wordt gebruikt en dat deze gegevens niet precies de situatie weergeven. Wel geven deze gegevens een goed beeld hoe de hoogtes verschillen in de buurt.



Figuur 2.4 Hoogtekaart Oosterpoortbuurt

## 2.6 Rioolstelsel

Het huidige rioolstelsel is deels vernieuwd en bestaat deels nog uit een oud riool. Dit stelsel is volledig een gemengd rioolstelsel. De oude buizen zijn eivormige buizen, de nieuwe buizen hebben een ronde doorsnede. In 2004 is het riool onder de Meeuwerderweg vervangen. Hier zijn betonnen buizen teruggeplaatst met een diameter van 500 millimeter. In Figuur 2.5 is schematisch de hoogte van het maaiveld ten opzichte van de riolering weergegeven voor de leiding onder de Meeuwerderweg. In Bijlage C is het gehele rioolstelsel voor de Oosterpoortbuurt bijgevoegd.



Figuur 2.5 Lengte profiel Meeuwerderweg

Door een extern adviesbureau is het rioolstelsel voor de Oosterpoortbuurt doorgerekend. Hieruit kwam naar voren dat tijdens de bui van 12 juli een minimaal waterpakket van >0.4 meter water op de Meeuwerderweg stond. Dit is in lijn met de verhalen van omwonenden en opdrachtgever. Verder zijn een aantal scenario's waar aanpassingen aan het riool zijn doorgevoerd doorgerekend. Hieruit kwam één scenario naar voren waarbij er niet of nauwelijks water op straat komt te staan. Het gaat hier om het verbreden van alle overstorten op het Winschoterdiep en het aanleggen van rioolbuis met een dubbele buisdiameter van wat er nu ligt. Voor het gehele verslag wordt er doorverwezen naar Bijlage D.

## 2.7 Inrichting openbare ruimte / verharding

De buurtopbouw is van belang, omdat hieruit duidelijk wordt dat de buurt vooral bestaat uit verhard oppervlak. Dit wordt niet alleen veroorzaakt door de vele woningen in de buurt maar ook door de wegverharding. In de buurt is weinig ruimte voor groen waardoor er weinig water kan infiltreren in de grond. Bijna overal zijn de wegen rondom de buurt, de Oosterweg en de Meeuwerderweg geasfalteerd. Zo ook de ontsluitingswegen in de buurt. De zijwegen zijn opgebouwd uit elementen verharding in de vorm van gebakken klinkers. Langs de wegverharding ligt in de hele buurt een trottoir dat is opgebouwd uit betonnen trottoirtegels. De hoogtes van de trottoirbanden verschillen door het hele gebied. Op een aantal plekken wordt de veel toegepaste hoogte van 12 centimeter gehanteerd. Op andere plekken ligt het trottoir vrijwel op gelijke hoogte als de straat. Op plaatsen waar bomen staan, zijn openingen in de verharding te vinden. Dit zijn veelal kleine oppervlaktes die puur gecreëerd zijn voor de bomen en vaak niet voor extra ander groen. Hier zal dan ook weinig water infiltreren.

## 2.8 Conclusie

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat de Oosterpoort een sterk stedelijk gebied is, ontwikkeld rond het begin van de twintigste eeuw. De buurt heeft smalle straten en weinig ruimte voor groen. Dit betekent dat er veel verhard oppervlak in de buurt is. Hierdoor zal weinig regenwater infiltreren. Dit heeft als gevolg dat veel water afstroomt en uiteindelijk bij het riool uit komt. Ten opzichte van het landelijk gemiddelde wordt de buurt bewoond door jonge mensen, hoofdzakelijk in de leeftijd tussen 15 en 45 jaar. De buurt is gebouwd aan helling van de Hondsrug. Dit betekent dat de ondergrond voornamelijk bestaat uit een laag zand van ongeveer twee meter. Daaronder bevindt zich een laag keileem dat is ontstaan tijdens de voorlaatste ijstijd. Door de aanwezigheid van de Hondsrug, zijn er voor Noord-Nederlandse begrippen op korte afstand grote hoogteverschillen te meten in de buurt. Op enkele plaatsen zijn over een afstand van 300 meter hoogteverschillen aanwezig van 3 meter. Het riool is in 2004 vervangen. Onder de Meeuwerderweg, waar het hoofdriool van de buurt ligt, is een betonnen buis teruggeplaatst met een diameter van 500 millimeter.

### 3 Juridisch Kader en de praktijk

Nederland is een land dat erg afhankelijk is van water. Zowel positief (drinkwater, havens en recreatie) als negatief (wateroverlast). Om als land goed om te gaan met water zijn richtlijnen en wetten opgesteld op de verschillende overheidsniveaus. Inzicht in het juridisch kader is van belang om vast te stellen wat er moet gebeuren in de Oosterpoortbuurt en door wie. Dit wordt in dit hoofdstuk uitgewerkt. Als eerste wordt gekeken naar de Waterwet. Dit is de wet die het juridisch kader vormt voor alles wat met water te maken heeft. Er wordt ingezoomd op het onderdeel stedelijk waterbeheer. Daarna wordt gekeken hoe dit deel in de praktijk werkt. Hoe wordt de wet geïnterpreteerd wanneer er extreme neerslag optreedt in een dergelijk gebied. En als laatste wordt een enquête besproken die is gehouden in de Oosterpoortbuurt. Op deze manier wordt duidelijk hoe het probleem in de buurt beleefd wordt.

#### 3.1 Waterwet

Om duidelijk te krijgen wie er wanneer verantwoordelijk is bij wateroverlast, is het belangrijk om te weten welke wet hierbij van toepassing is en wat deze wet zegt. De wet die hiervoor geldt is de Waterwet, een jonge wet die sinds 2009 van toepassing is. Voor deze wet waren er ook al regels opgesteld. Dit was gedaan in een achttal andere wetten, te weten:

- Wet op de waterhuishouding
- Wet verontreiniging oppervlaktewateren
- Wet verontreiniging zeewater
- Grondwaterwet
- Wet droogmakerijen en indijkingen
- Wet op de waterkering
- Wet beheer rijkswaterstaatswerken (de 'natte' delen daarvan)
- Waterstaatswet 1900 (het 'natte' gedeelte ervan).

Veel wetten voor zaken die allemaal met water te maken hebben. Om bureaucratie tegen te gaan en om meer overzicht te creëren, werd dit samengevoegd tot een wet, de Waterwet. Eén wet en één loket voor burger, bedrijfsleven en overheid.

De rode draad van de Waterwet is in lijn met de afspraken die door het Rijk met de koepels van provincie, waterschappen en gemeenten zijn gemaakt in het Bestuursakkoord Waterketen (2007) en het Nationaal Bestuursakkoord Water (2003 en 2008), namelijk:

- Centraal wat moet, decentraal wat kan;
- Minder vergunningen en meer via algemene regels;
- Samenwerking op basis van onderlinge afspraken (R.J.J.M. Pans 2009).

De Waterwet geeft aan dat er formeel twee waterbeheerders zijn. De eerste partij is het Rijk. Zij is verantwoordelijk voor het beheer van de Rijkswateren. Dit wordt gedaan door Rijkswaterstaat. De tweede partij zijn de waterschappen. Zij zijn de beheerders van de overige wateren. Volgens de Waterwet zijn gemeenten geen beheerders, maar hebben ze wel waterplichten. Zo hebben gemeenten de zorgplicht voor het stedelijke water. Hieronder valt afvalwater, hemelwater en grondwater.

Op verschillende overheidsniveaus is beleid gemaakt hoe om te gaan met water. De beginpunten hierin zijn de Europese richtlijnen die onder andere zijn opgesteld in Kaderrichtlijn Water en de Richtlijn Overstromingsrisico's. Per overheidsniveau is dit verder uitgewerkt in plannen. In Tabel 3.1 is uitgewerkt welke plannen dit zijn.

Niveau	Instantie	Water beheerder	Plan	Plan periode
<b>Nationaal</b>	Rijksoverheid	ja	Nationaal Waterplan	6 jaar
<b>Regionaal</b>	Provincie Groningen	nee	Regionaal Waterplan	6 jaar
	Waterschap	ja	Water beheerplan	6 jaar
<b>Lokaal</b>	Gemeente Groningen	nee	(verbreed) Gemeentelijk Riool Plan en het bestemmingsplan	5 jaar

**Tabel 3.1** Overzicht plannen per overheidsniveau

Gemeenten zijn verplicht om eens in de vijf jaar een (verbreed) Gemeentelijk Riool Plan ((v)GRP) op te stellen. Dit is een plan dat elke gemeente voor 2013 in ieder geval moet hebben opgesteld. Gemeenten maken al langer gebruik van een GRP, maar in 2013 moeten andere zaken ook worden meegenomen zoals:

- Het beschrijven van situaties waarin de perceel eigenaar zelf het hemelwater moet verwerken;
- Wanneer en waar is er sprake van structurele grondwaterproblemen;
- Wanneer en waar neemt de gemeente eventueel maatregelen.

Deze aanvullingen zijn noodzakelijk, omdat gemeenten sinds 2008 de zorgplicht voor hemelwater bodemwater en afvalwater hebben gekregen. Er is vastgesteld dat dit vastgelegd moet worden in het GRP. Voor hemelwater gaat de zorgplicht in op het moment dat perceeleigenaren redelijkerwijs niet het hemelwater kunnen verwerken. De gemeente is dan verplicht om mogelijkheden te creëren om het water te verwerken. In theorie is dit een goed plan. Het probleem wordt eerst bij de bron aangepakt. Indien dit niet mogelijk is staat de perceeleigenaar er niet alleen voor. De burger wordt bewust gemaakt van klimaatveranderingen en moet hierin participeren. Hij staat hier niet alleen in en wordt geholpen door de gemeenten. Wat niet uit de wet blijkt is wanneer de perceeleigenaar een beroep mag doen op de zorgplicht van de gemeente. Waar ligt de grens en hoe dient men hier mee om te gaan. Dit moet in de praktijk blijken uit rechtspraak (jurisprudentie) over dit onderwerp.

### Jurisprudentie

De strakke kaders van de Waterwet moeten in de praktijk gevormd worden door jurisprudentie. In dit onderzoek gaat dit om de relatie tussen burger en gemeente bij schade door hemelwater. Jurisprudentie moet antwoord geven op de vraag wanneer de gemeente niet aan haar zorgplicht voldoet en wanneer er sprake is van overmacht. De Waterwet is zoals eerder aangegeven een jonge wet. De zorgplicht voor gemeenten bestaat langer, maar ook daar zijn niet veel gevallen bekend van rechtszaken tussen gemeente en burger.

Tot op heden is er één zaak bekend van hemelwater schade bij een particulier. Dit is telefonisch bevestigd door de heer van Luijtelaar van Stichting Rioned. Het gaat om een zaak in Kapelle (provincie Zeeland) (zoeken.rechtspraak.nl). Een woning die op het laagste punt in de straat staat en



waar, als de berging in het riool gevuld is, het overige hemelwater naartoe stroomt. Hierdoor kwam bij een hevige bui water in de woning te staan. De burger heeft de gemeente aansprakelijk gesteld en de rechter heeft dit gehonoreerd. De rechter gaf als verklaring dat alle gemeenten sinds 1 januari 2008 volgens de wet op de waterhuishouding en de wet milieubeheer een hemelwaterzorgplicht hebben. Uit onafhankelijk onderzoek van een ingenieursbureau is gebleken dat het rioolstelsel niet voldeed bij hevige buien. Dit in combinatie met een straatprofiel dat geen water op straat kan bergen heeft volgens de rechter aangetoond dat de gemeente niet aan haar zorgplicht voldeed. De gemeente is veroordeeld om maatregelen te treffen zodat water op straat geborgen kan worden.

Voor gemeenten wordt het belangrijk om anders naar hemelwater te gaan kijken. Was vroeger de norm maatgevend, (eens in de twee jaar water op straat) is dat nu de zorgplicht. Gemeenten moeten risicogebieden in kaart brengen en daar goed beleid voor op gaan stellen om de kans op wateroverlast te verkleinen. Strikte richtlijnen wanneer het beleid goed is zijn er niet. Het denken over hemelwaterverwerking in stedelijk gebied moet anders. In plaats van te kijken of een rioolstelsel voldoet aan de norm moet er gekeken worden of de mogelijkheden die een gebied heeft optimaal gebruikt worden. Wanneer de gemeente kan aantonen dat zij het gebied zo optimaal mogelijk gebruikt heeft en daar ook de financiën bij heeft afgewogen, hebben zij voldaan aan de zorgplicht voor hemelwater.

### 3.2 Enquête

Jurisprudentie geeft weinig uitsluitel over wie wanneer aansprakelijk is. De gemeente Groningen heeft, voor zover bekend, hier verder ook nog nooit mee te maken gehad. Om toch meer duidelijkheid te krijgen hoe extreme neerslag ervaren wordt in de buurt is een enquête opgesteld. Deze enquête is tevens gebruikt om duidelijk te krijgen hoe verzekeringsmaatschappijen omgaan met declaraties van waterschade als gevolg van water op straat. Wat gebeurt er tijdens een hevige regenbui, hoe wordt dit ervaren en wat voor gevolgen heeft dit voor panden in de buurt. Hierop wordt in deze enquête antwoord gezocht. Deze enquête maakt communicatie tussen gemeente en burger mogelijk waardoor iedereen weet wat er gebeurt en wat de ervaringen zijn in de buurt. De enquête is in een deel van de buurt verspreid. Het gebied is te zien in Figuur 3.1.



**Figuur 3.1 Onderzoeksgebied enquête wateroverlast**

Uit een handtekeningenlijst vanuit de buurt is gebleken dat het gebied op en rond de Meeuwerderweg als het grote probleemgebied wordt ervaren. Dit wordt bevestigd door

hoogtegegevens en ervaringen die binnen de gemeente bekend zijn. Daarom is dit gebied gekozen voor verder onderzoek. In totaal zijn 1150 enquêtes verspreid. Bewoners hadden de mogelijkheid om schriftelijk dan wel digitaal een vragenlijst van in totaal negen vragen in te vullen. In totaal heeft dit 268 respondenten opgeleverd (23%).

De meeste respondenten zijn woonachtig aan de Meeuwerderweg. Dit kan verklaard worden doordat dit de straat is met de meeste woningen, maar wellicht ook doordat dit het gebied is waar de meeste overlast is ervaren. Het gaat hier om 54 reacties waarvan 44 materiële schade hebben ervaren. Van deze 44 hebben 11 respondenten (25%) schade gedeclareerd bij hun verzekeraar. Ten opzichte van alle respondenten van de enquête is dit een hoog aantal. Het gemiddelde in deze enquête ligt op 14%. Dit is aanzienlijk lager dan werd verwacht.

Wat hieruit op te maken valt voor verzekeraars is dat slecht een klein deel van de gemaakte schade gedeclareerd wordt door getroffen en. Gunstig voor de maatschappijen, maar wat is de invloed van de klimaatveranderingen op de gedeclareerde kosten voor verzekeraars? Hier is onderzoek naar gedaan door het Centrum voor Verzekeringsstatistiek (CVS). In het onderzoek heeft het CVS historische data (particuliere inboedel- en opstalverzekeringen) over een periode van twintig jaar naast historische gegevens van het KNMI gelegd (CVS, 2010). Uit dit onderzoek is gebleken dat op de meest extreme dag in 20 jaar 8 miljoen euro is gedeclareerd. Dit is in vergelijking met de hevigste storm in die periode (300 miljoen euro) een klein bedrag. Verder is berekend wat de invloed van de verwachte klimaatscenario's van het KNMI is. Bij de meest gunstige klimaatscenario zal de waterschade bij opstalverzekeringen tussen de zes en elf procent toenemen (CVS, 2010). Bij de meest ongunstige klimaatscenario ligt dit tussen de 19 en 22 procent. De kosten voor waterschade door extreme neerslag nemen toe voor verzekeraars, maar is volgens dit onderzoek niet zorgwekkend. Volgens dhr. Treur: 'Onze conclusies zijn helder. We kunnen, aan de hand van de KNMI-scenario's, een inschatting maken van de schadelast van particuliere inboedel- en opstalverzekeringen in het jaar 2050 als er niks verandert. Maar ik kan me ook voorstellen dat in de tussentijd de rioleringen worden verbeterd en de kwaliteit van de woningbouw nog verder zal toenemen, zodat het effect minder heftig zal zijn (CVS, 2010).'

De respondenten die gedeclareerd hebben zijn over het algemeen tevreden over hun declaratie. Verzekeringsmaatschappijen ervaren de Oosterpoortbuurt nog niet als financieel probleemgebied. Verzekeraars leggen ogenschijnlijk niet de aansprakelijkheid bij de gemeente. Was dit wel het geval dan worden declaraties minder snel toegekend en zal er eerder worden doorverwezen naar de gemeente. Dit is echter nog niet het geval geweest.

Wat verder opvalt is dat 12% van de respondenten aangeeft vaker last te hebben van water in de kruipruimte of kelder. Hierbij is het belangrijk te vermelden dat dit geen directe relatie heeft met neerslag. Dit kan komen door een grondwaterstand die dicht onder het maaiveld ligt.

Daarnaast is aangegeven dat respondenten graag op de hoogte worden gehouden per brief over de uitkomst van dit rapport en de stappen die de gemeente gaat maken tegen wateroverlast in de Oosterpoortbuurt.

De resultaten van de gehele enquête zijn te vinden in Bijlage E.



### Aanbevelingen aan de opdrachtgever

- Beschouw de Oosterpoortbuurt als een risicogebied. Uit ervaring is gebleken dat hier vaker wateroverlast optreedt;
- Lokaliseer andere risicogebieden;
- Stel goed beleid op voor deze wijk en voor andere risicogebieden en vermeld dit in het eerstvolgende (v)GRP;
- Wacht niet met de uitvoering totdat het nieuwe (v)GRP uitkomt, geef dit gebied een hoge prioriteit, juridisch gezien kunnen getroffen en zich beroepen op de gemeente zorgplicht van hemelwater;
- Houd de buurt middels een brief op de hoogte van ontwikkelingen aangaande dit onderwerp;

## 4 Aanpakken van wateroverlast in bestaand stedelijk gebied

Hoe kan extreme neerslag aangepakt worden? In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op die vraag. Als eerst worden de laatste ontwikkelingen op het gebied van het verwerken van extreme neerslag in stedelijk gebied besproken. daarna volgen een aantal instrumenten die bijdragen bij het maken van een goede keuze om tot een aanpak voor een probleemgebied te komen. Het gaat hier om:

- Het toepassen van de trits *Vasthouden – Bergen – Afvoeren*. Op landelijk niveau is afgesproken dat aan de hand van deze trits er meer ruimte voor water moet komen;
- Het simulatieprogramma WaterOverlastLandschapsKaart (WOLK). Dit is een programma dat is ontwikkelt door ingenieursbureau TAUW om stroomlijnen en overlastgebieden te bepalen;
- De Constructieschijf. Dit geeft constructies weer die toepasbaar zijn om neerslag te verwerken en in welk gebied deze te construeren zijn;
- De Constructietabellen. Deze geven de kwaliteit en kwantiteit weer van de diverse constructies die bij de constructieschijf naar voren komen;

Aan de hand van deze instrumenten is een plan opgesteld om tot een aanpak voor een probleemgebied te komen. Dit hoofdstuk is bedoeld om overzicht te krijgen van mogelijk toe te passen constructies en hoe er beargumenteerd tot de aanpak van een probleemgebied gekomen wordt.

### 4.1 Ontwikkelingen

Op het gebied van waterberging hebben in de loop van de tijd verschillende ontwikkelingen plaatsgevonden. In stedelijk gebied was het gebruikelijk om een rioolstelsel op de norm van Rioned te dimensioneren. De reguliere werking van een rioolstelsel wordt beoordeeld aan de hand van een ontwerpbui met een herhalingstijd van  $T = 2$  jaar (Rioned, 2006). deze ontwerpbui is door Rioned gespecificeerd op een bui 8, een bui waar 19.7 millimeter water in een uur valt. Tijdens deze bui mag er volgens de norm 'water op straat' staan. Maar wat is water op straat? Wanneer blijft het acceptabel en wanneer niet? Stichting Rioned heeft onderscheid gemaakt in drie verschillende gradaties:

- Hinder, kort durend beperkte hoeveelheden 'water op straat', met een duur in de orde van 15 – 30 minuten. Dit mag eens in de 2 jaar optreden;
- Ernstige hinder, forse hoeveelheden 'water op straat', ondergelopen tunnels, opdrijvende putdeksel, met een duur in de orde van 30 – 120 minuten. Dit mag eens in de 10-25 jaar optreden;
- Overlast, langduriger en op grotere schaal 'water op straat', water in winkels, woningen met materiële schade en mogelijk ook ernstige belemmering van het (economische) verkeer. Dit mag eens in de 50 jaar optreden. (Rioned 2006)

Volgens de norm is het acceptabel als eens in de twee jaar, tijdens een bui 8, hinder ontstaat door water op straat. Praktisch alle rioleringsstelsels in Nederland zijn op deze manier gedimensioneerd. Door klimaatveranderingen veranderen buien qua aantal millimeters neerslag en qua tijdseenheid.

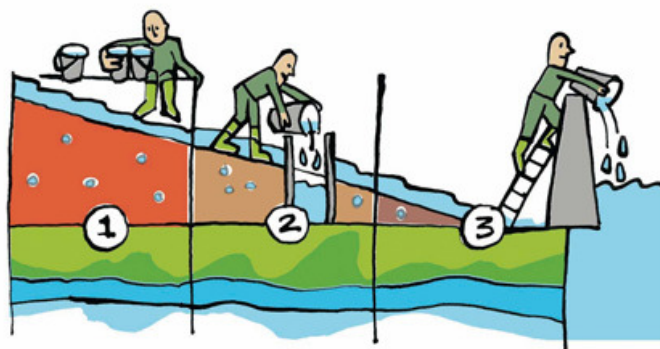
Dit heeft als gevolg dat het rioolstelsel meer water in dezelfde tijd moet verwerken. Er zijn veel situaties bekend waarbij het rioolstelsel door deze heviger buien niet toereikend is.

Er moeten maatregelen getroffen worden om de wateroverlast niet erger dan hinderlijk te laten worden. Dit wordt bepaald op basis van de zorgplicht dat de gemeente heeft om hemelwater te verwerken. Traditioneel gezien zou de rioolcapaciteit vergroot worden. Financieel gezien is dit vrijwel onmogelijk. Nieuwe aanpassingen hieraan kunnen vragen oproepen bij bewoners en bestuurders. De kosten voor het verbeteren van het rioolstelsel zijn hoog, maar wellicht de baten ook. De opdrachtgever moet dit niet als optie afschrijven. Dit moet wel een laatste optie zijn, omdat op landelijk niveau is afgesproken dat er eerst oplossingen gezocht moet worden op het gebied van hemelwater afkoppelen van het afvalwater ([www.water.nl](http://www.water.nl)). Tevens wordt tijdens de aanpassingen aan het riool de bereikbaarheid verkleind. Straten zijn voor lange tijd gesloten voor verkeer. De opdrachtgever moet een situatie creëren waar zowel tijdens als na de aanleg er zo min mogelijk hinder in de vorm van bereikbaarheid en wateroverlast optreedt. Op deze manier ontstaat een situatie waarin iedereen kan leven met water.

## 4.2 Instrumenten

### De trits Vasthouden – Bergen - Afvoeren

Een andere manier van denken is daarom wenselijk. Er is beleid opgesteld waarbij er oplossingen bedacht worden volgens het *Vasthouden – Bergen - Afvoeren* principe. Vasthouden betekent neerslag tijdelijk opvangen in of op de bodem. Waterdoorlatende verhardingen en/of afkoppeling (en infiltratie) van hemelwater houden water vast. Omgevingsfactoren als terreinhelling, de beschikbare (open) ruimte en het grondgebruik zijn belangrijk. Bergen houdt in dat grotere oppervlaktewateren het teveel aan neerslag tijdelijk opvangen en dat gebieden die hieraan direct grenzen gecontroleerd onder water lopen. Met het vasthouden van water in de bodem en het bergen van water in voorraadbekkens kunnen watertekorten voor natuur en landbouw in droge periodes verminderd. Afvoeren: als er niet voldoende water vastgehouden en geborgen kan worden, moet dit water gecontroleerd worden afgevoerd. ([www.ruiteexmilieu.nl](http://www.ruiteexmilieu.nl)). Dit principe is weergegeven in Figuur 4.1



Figuur 4.1 Vasthouden-Bergen-Afvoeren ([www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl))

Doordat de neerslagintensiteit toeneemt, valt een grote hoeveelheid hemelwater in een korte periode. Het riool krijgt te maken met een piekbelasting in plaats van een relatief gelijkmatig

verdeelde belasting waar een rioolstelsel op gedimensioneerd is. Door water langer vast te houden op de plaats waar het valt, of tijdelijk te bergen, wordt de piekafvoer afgezwakt.

Het is mogelijk om deze trits rechtstreeks in een gebied te implementeren. Een gebied kan opgedeeld worden in drie delen waarbij elk deel voor een onderdeel uit de trits staat. Dit is goed om te doen, omdat er onderverdeling ontstaat in het projectgebied. Hierdoor kan er gericht gezocht worden naar een aanpak. Elk onderdeel uit de trits leent zich namelijk voor gebieden met diverse kenmerken. Deze kenmerken per onderdeel zijn:

#### **Vasthouden:**

- Gebied ligt hoog in de wijk;
- Geen grote hoogteverschillen;
- Voldoende hoogteverschil tussen straatprofiel en trottoirs;
- Voldoende infiltratievoorzieningen;

#### **Bergen:**

- Ruimten aanwezig om berging te realiseren. Dit kan ondergronds of bovengronds zijn;
- Deze ruimten liggen laag ten opzichte van het omliggende deelgebied;

#### **Afvoeren**

- Weinig ruimte voor infiltratie / berging;
- Deelgebied ligt laag ten opzichte van omringende gebied;
- Open water is dichtbij;

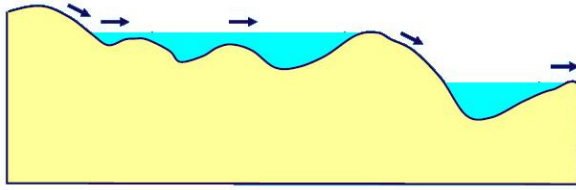
### **Wateroverlastlandschapskaart**

Een ander instrument dat gebruikt kan worden is de WaterOverlastLandschapsKaart (WOLK). Dit programma geeft inzicht in de stroomlijnen van hemelwater over het maaiveld. Op deze manier is direct te zien waar overlast optreedt wanneer extreme neerslag zich voordoet. Aanpassingen in de openbare ruimte kunnen worden verwerkt in het programma om te zien wat voor effect een dergelijke constructie heeft. Het programma gaat uit van een aantal aannames en invoergegevens welke belangrijk zijn voor het bestuderen van de kaart. Het gaat hier om:

- De hoogtegegevens
- De buiggegevens.
- Verhard oppervlak stroomt volledig af
- Onverhard oppervlak infiltreert volledig

#### **De hoogtegegevens**

De hoogtegegevens komen uit het Actueel Hoogtebestand Nederland 2 (AHN2). Dit bestand geeft 'voor elke 0,5 x 0,5 meter de hoogte gemeten zijn met een precisie van ongeveer 5 centimeter' ([www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)). Met deze gegevens is de stroomrichting van het water te bepalen. Het water stroomt volgens Figuur 4.2. Het water stroomt als eerst naar een lokale verlaging in het maaiveld. Wanneer de verlaging gevuld is, stroomt het over naar een volgende verlaging totdat dit gevuld is. Op deze manier ontstaat een stroom naar het laagste punt. Dit is als een stroomlijn te zien in de WOLK.



Figuur 4.2 Verloop waterstroom

### **Buigegevens**

Er kan gekozen worden om een bui uit de praktijk te nemen of een extreme bui die ,statistisch gezien, eens in de zoveel jaar voorkomt. De bui wordt in millimeters weergegeven en in het programma geladen. Het programma maakt geen gebruik van een tijdsframe: er wordt aangenomen dat al het water in een keer valt, wat betekent dat een debiet niet te bepalen is. Er wordt alleen met hoeveelheden gerekend. Verder gaat het programma er vanuit dat een aantal millimeters van de bui direct het rioolstelsel in gaat. Deze millimeters worden niet meegenomen voor de berekening, maar houdt ook in dat het riool niet mee speelt in de berekening. Het gaat alleen om afstroming over het oppervlak.

### **Constructieschijf**

In de loop van de tijd zijn er flink wat constructies ontworpen en maatregelen voorgesteld. Deze zijn vaak ook al in de praktijk toegepast. In dit rapport zijn constructies gestructureerd en onderverdeeld. De constructies zijn gestructureerd in een zevental pakketten te weten:

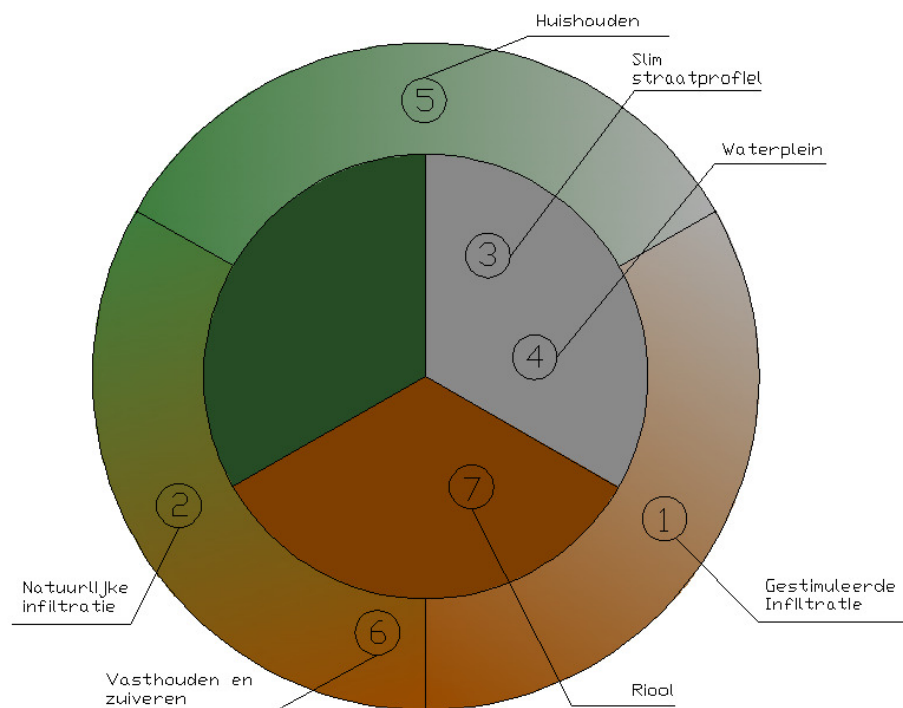
- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1. Gestimuleerde Infiltratie | Infiltratie voorzieningen die hemelwater afvoeren via technische voorzieningen naar het grondwater naar het rioolstelsel.             |
| 2. Natuurlijke Infiltratie   | Infiltratie voorzieningen die hemelwater afvoeren via groenvoorzieningen naar het grondwater naar het rioolstelsel.                   |
| 3. Slim straatprofiel        | Hemelwater vertraagd afvoeren op straatniveau door het straatprofiel daar op in te richten.   |
| 4. Waterplein                | Een visie waarbij het een gebied twee functies heeft: een plein bij relatieve droogte en waterberging ten tijde van extreme neerslag. |
| 5. Huishouden                | Aanpassingen aan en rond een woning die hemelwater in en rond een woning kunnen vasthouden of bergen                                  |
| 6. (Zuiveren en) vasthouden  | Voorzieningen die water bergen en tegelijkertijd zuiveren.  |
| 7. Riool                     | Type rioolstelsels en mogelijke aanpassingen aan bestaande rioolstelsels.   |

De constructies die per pakket gegeven zijn, zijn te vinden in Tabel 4.1. verdere uitwerking en beschrijving van de constructies zijn te vinden in Bijlage F.

Nr	Pakket	Constructie	
1	<b>Gestimuleerde Infiltratie</b>	Ondiepe Infiltratie	Stedelijke diep infiltratie put
		Doorlatende verharding	Grindkoffer
		Infiltratiekratjes	Aquaflow
		Watershell	
2	<b>Natuurlijke Infiltratie</b>	Wadi's	Trapveld als waterbuffer
		Bodempassage	Groenstroken
		Fluctuerend Waterpeil	
3	<b>Slim Straatprofiel</b>	Indammen op straatniveau	Water bergen op straat
		Oude grachten in ere herstellen	Water vasthouden in haarvaten
		Molgoot vergroten	
4	<b>Waterplein</b>	Waterbakken	'Spons' kurkmat
		Waterballon	Drijvend plein
5	<b>Huishouden</b>	Gebruik regenwater in huis	Groene daken
		Opvang in kruipruimtes	Noodstuw voor pand
		Regenton in regenpijp	Vegetatiewand
		Watertuin	Regenwaterton
6	<b>Vasthouden en zuiveren</b>	Bezinkvijver	Helofytenfilter
		Bergbezinkbassin	Lamellenseperator
7	<b>Riool</b>	Schotjes in het riool	Gescheiden stelsel
		Vergroten capaciteit	Riool legen bij verwachtte extreme neerslag

Tabel 4.1 Constructiepakket

Daarnaast is de openbare ruimte onderverdeeld in drie inrichtingsgebieden. Er is onderscheid gemaakt tussen het *grijze* (ruimtelijke inrichting), het *bruine* (ondergrondse inrichting) en het *groene* (inrichten met behulp van groenvoorzieningen) gebied. De toepassingsgebieden en constructiepakketten zijn gecombineerd in Figuur 4.3 De constructieschijf.



**Figuur 4.3 De constructieschijf**

Zoals te zien, is het midden opgedeeld in de drie hoofdkleuren: groen grijs en bruin. Hierin bevinden zich de pakketten die alleen in die gebieden worden toegepast. In het groene gebied zijn geen pakketten, omdat dit altijd raakvlak heeft met het *grijze* of het *bruine*. De buitenste ring is het overgangsgebied van twee hoofdkleuren. Hier zijn de pakketten die in zowel de ene als in de andere kleur raakvlakken hebben. De nummers staan voor constructiepakketten uit Tabel 4.1

Zoals gezegd staan de kleuren voor inrichtingsgebieden. Deze inrichtingsgebieden hebben verschillende gebiedskenmerken. Constructiepakketten zijn ondergebracht in de constructieschijf op basis van deze kenmerken. In Tabel 4.2 zijn deze kenmerken te zien.

Inrichtingsgebied	Gebiedskenmerken
<b>Grijs</b>	Veel verhard oppervlak, veel toepasbare ruimte bovengronds, hoge grondwaterstand.
<b>Grijs Bruin</b>	Lage grondwaterstand, veel verhard oppervlak, toepasbare ruimte bovengronds.
<b>Bruin</b>	Lage grondwaterstand, weinig verhard oppervlak, weinig toepasbare ruimte bovengronds.
<b>Bruin Groen</b>	Lage grondwaterstand, weinig verhard oppervlak, veel toepasbare ruimte bovengronds.
<b>Groen</b>	Geen kenmerken, omdat dit altijd raakvlak heeft met het <i>grijze</i> of het <i>bruine</i> .
<b>Groen Grijs</b>	Verhouding verhard / onverhard oppervlak vrijwel gelijk, veel toepasbare ruimte bovengronds.

**Tabel 4.2 Gebiedskenmerken per inrichtingsgebied**

## Constructietabellen

Om extreme neerslag af te wikkelen, moeten de constructies een bepaalde kwantiteit water kunnen verwerken. In dit onderzoek wordt een deel van de bui gebruikt die 12 juli 2010 viel in de Oosterpoortbuurt. Tijdens dit deel van de bui viel er in één kwartier 44 millimeter neerslag. Het verwerken kan door berging, afvoer, infiltratie of een combinatie hiervan. Bij berging zorgt de inhoud van de constructie voor tijdelijke opslag van hemelwater. Infiltratie wordt gebruikt om het water zo snel mogelijk de bodem in te laten stromen zodat er geen water op het maaiveld blijft staan. Afvoer dient voor het direct verwijderen van water uit het gebied. Er is geprobeerd om de verschillende constructies zo te kwantificeren dat ze te vergelijken zijn.

In dit onderzoek is dit gedaan door te bepalen hoeveel oppervlakte een constructie nodig heeft om in een bepaalde wijk een extreme bui te kunnen verwerken. Dit is gedaan, omdat er in bestaand stedelijk gebied veel verhard oppervlak aanwezig is en er weinig ruimte is om een constructie in te passen. Op deze manier is eenvoudig te zien hoeveel ruimte vrijgemaakt moet worden om met één constructietype een hemelwater probleem op te lossen. In dit onderzoek is er vanuit gegaan dat er buigegevens en gegevens over een wijk met verhard en onverhard oppervlak zijn. Aan de hand van deze gegevens kan worden berekend hoeveel ruimte nodig is om het hemelwater te verwerken. Veel constructies worden per situatie gedimensioneerd. Om de meest representatieve vergelijking te krijgen, is daarom gekozen om zo veel mogelijk uitgangspunten en dimensies uniform te houden. Bij constructies waarvoor een standaard afmeting geldt, is deze waarde aangehouden. De specifieke aannamen worden bij de constructies weergegeven. De algemene aannamen die voor alle constructies van toepassing zijn, worden hieronder vermeld.

- Constructies die betrekking hebben op het riool zijn buiten beschouwing gelaten in dit onderzoek;
- Water dat op onverhard oppervlak valt, infiltreert volledig;
- Water dat op verhard oppervlak valt, stroomt volledig af;
- Er wordt uitgegaan van een situatie waarbij al het regenwater direct op de constructie valt; Dit betekent dat er geen vertraging is tussen het moment van vallen en het moment waarop het water de constructie bereikt;
- De constructie is de enige plek waar het water heen kan gaan en dus verwerkt kan worden;
- Van de totale bui valt 12 mm in het bestaande rioolstelsel, de rest moet in zijn geheel door de constructie verwerkt worden. Deze waarde is afgeleid uit het gegeven dat het riool is gedimensioneerd op een bui 8 situatie, oftewel 19.8 millimeter per uur. Deze waarde is in mindering gebracht om een zekerheid in te bouwen. Dit is gedaan om rekening te houden met eventueel disfunctioneren;
- Bij constructies waar infiltratie meewerkt aan het verwerken van het hemelwater is aangenomen dat het water dat infiltreert zonder verdere belemmering verwerkt wordt;
- Voor infiltratie constructies is gekozen voor grof zand. Dit is gedaan omdat dit een grondsoort is met een zeer goede infiltratiecapaciteit waardoor de constructie zo optimaal mogelijk gedimensioneerd is;
- Voor het poriënpercentage bij infiltratievoorzieningen is het volgende aangenomen:
  - De grond waar het water in wordt opgeslagen heeft een poriënpercentage van 40% ([web.inter.nl.net](http://web.inter.nl.net));



- Voor water dat wordt opgeslagen in de vrije ruimte heeft een poriënpercentage van 100%;
- Wanneer een constructie zowel infiltratie als bufferruimte bevat, wordt het deel dat infiltreert vermenigvuldigd met 40% en het deel in de bufferruimte vermenigvuldigd met 100%. Vervolgens worden de waarden bij elkaar opgeteld. Dit af te leiden uit de poriënpercentages van vrije ruimte en van grond.

Alle berekeningen zijn opgenomen in Tabel 4.3 Kwantiteitsoverzicht . Hierin is per constructie uitgewerkt waar in de trits *Vasthouden –Bergen –Afvoeren* de constructie past. Verder is aangegeven hoe groot de constructie moet worden om de bui te verwerken. Berekeningen van infiltratievoorzieningen zijn te vinden in Bijlage G

#### Toelichting per kolom op Tabel 4.3:

Constructie	Welke constructie wordt hier berekend;
Plaats in trits	De plaats van de constructie in de trits <i>vasthouden – bergen – afvoeren</i> . Hierbij is het mogelijk dat een constructie onder twee aspecten van de trits valt;
Poriënpercentage	Het percentage in de constructie dat gebruikt wordt voor het opslaan van hemelwater;
Hoogte	De hoogte van de constructie. Sommige constructies hebben standaard maten. Deze zijn aangehouden in dit onderzoek. Voor constructies die variabele hoogten hebben, is de hoogte op 1 meter vastgesteld;
Breedte	De breedte van de constructie. Sommige constructies hebben standaard maten. Deze zijn aangehouden in dit onderzoek. Voor constructies die variabele breedten hebben, is de breedte op 1 meter vastgesteld;
Lengte	De lengte van de constructie. Sommige constructies hebben standaard maten. Deze zijn aangehouden in dit onderzoek. Voor constructies die variabele lengten hebben, is de lengte op 1 meter vastgesteld;
Inhoud voor wateropname	De inhoud van de constructie die gebruikt wordt voor het verwerken van hemelwater. Hierin is het poriënpercentage vermenigvuldigd met de hoogte, breedte en lengte;
Oppv. van de constructie	Het aantal kubieke meter totaal te bergen water delen door de hoogte van de constructie. Hiermee wordt het totale oppervlak van de constructie bepaald. Hieruit is het effect van de constructie te halen. Hoe groter het benodigde oppervlak, hoe minder effect de constructie heeft;
Doorlatendheid	Dit geldt alleen voor infiltratievoorzieningen. Deze kolom geeft de hoeveelheid water aan dat geïnfiltreerd wordt;
Effect per constructie	Het effect van de constructie is bepaald door het getal 1 te delen door het benodigde oppervlak. Op deze manier krijgen kleine constructies een hoge waardering en grote constructies een lage.

Constructie	Plaats in Trits	Specificatie per stuk constructie						Benodigd aantal constructies	Oppv. Van de constructie	Doorlatendheid	Doorlatendheid	Effectiviteit
		Poriën percentage	Hoogte	Breedte	Lengte	Inhoud	Inhoud voor wateropname					
	Eenheid	(%)	(m)	(m)	(m)	(m3)	(m3)	(st)	(ha)	(m3/u)	(mm/u)	-
<b>Gestimuleerde Infiltratie</b>												
Ondiepe Infiltratie*	Bergen	41%	5,00	0,35	0,35	0,63	0,25	214		200		***
Stedelijke diep infiltratie put*	Bergen	48%	50,00	0,71	0,71	25,13	12,15	62		600		***
Doorlatende verharding	Vasthouden	48%	0,30	1,00	0,32	0,10	0,05		7,50			0,1
Grindkoffer	Bergen/Afvoeren	40%	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40		2,70			0,4
Infiltratiekrat	Bergen/Afvoeren	100%	0,60	0,60	0,41	0,15	0,15		1,80			0,6
Watershell	Bergen/Afvoeren	85%	0,40	0,50	0,50	0,10	0,09		3,18			0,3
Aquaflow	Vasthouden	40%	0,35	1,00	1,00	0,35	0,14		7,71		75	0,1
<b>Natuurlijke Infiltratie</b>												
Wadi's*	Vasthouden/Bergen	88%	0,50	1,00	1,00	0,50	0,44		1,73		500	0,6
Bodempassage*	Vasthouden/Bergen	88%	0,50	1,00	1,00	0,50	0,44		1,73		500	0,6
Trapveld als waterbuffer*	Bergen	88%	0,50	1,00	1,00	1,00	0,88		1,73		500	0,6
Groenstroken*	Vasthouden/Bergen	30%	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30		9,53		500	0,1
Fluiterend Waterpeil	Bergen/Afvoeren	100%	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20		5,40			0,2
<b>Slim Straatprofiel</b>												
Indammen op straatniveau	Vasthouden	100%	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20		5,40			0,2
Oude grachten in ere herstellen	Vasthouden/Bergen	100%	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50		0,72			1,4
Molgoot vergroten	Bergen/Afvoeren	100%	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30		3,60			0,3
Water bergen op straat	Vasthouden/Bergen	100%	0,15	1,00	1,00	0,15	0,15		7,20			0,1
Water vasthouden in haarvaten	Vasthouden	100%	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20		5,40			0,2
<b>Waterplein</b>												
Waterbakken	Vasthouden	100%	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50		2,16			0,5
Waterballon	Bergen	100%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,08			0,9
'Spons' kurkmat	Bergen	30%	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30		3,60			0,3
Drijvend plein	Vasthouden/Bergen	100%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,08			0,9
<b>Huishouden</b>												
Gebruik regenwater in huis	Bergen	100%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10800				***
Opvang in kruipruimtes	Bergen	100%	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50		2,16			0,5
Regenton in regenpijp**	Vasthouden	100%	3,00	0,08	0,08	0,02	0,02	562500				***
Watertuin*	Vasthouden	58%	0,10	1,00	1,00	0,10	0,06		9,40		500	0,1
Groene daken	Vasthouden	25%	0,10	1,00	1,00	0,10	0,03		43,20			0,0
Noodstuw voor pand bij verwachte extreme neerslag	Vasthouden	100%	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30		3,60			0,3
Vegetatiewand	Vasthouden	25%	1,50	0,50	1,00	0,75	0,19		2,88			0,3
Regenwaterton**	Vasthouden/Bergen	70%	0,86	0,62	0,62	0,33	0,23	46671				***
<b>Vasthouden en zuiveren</b>												
Bezinkvijver	Bergen	100%	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50		2,16			0,5
Bergbezinkbassin	Bergen	100%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,08			0,9
Helofytenfilter	Bergen	60%	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60		1,80			0,6
Lamellenseperator	Bergen	70%	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70		1,54			0,6
<b>Riool</b>												
Schotjes in het riool/put	Bergen											
vergroten capaciteit	Bergen											
Gescheidenstelsel	Bergen											
anticiperen op extreme neerslag	Afvoeren											
* Infiltratievoorzieningen zijn anders berekend, voor uitwerking zie bijlage ** Zijn ronde constructies. Breedte en Lengte zijn afgeleid van de diameter *** Deze constructies zijn bepaald op het benodigde aantal. Deze zijn qua benodigd oppervlak niet te vergelijken.												

**Tabel 4.3 Kwantiteitsoverzicht Constructies**

Uit Tabel 4.3 blijkt dat de volgende constructies goed toepasbaar zijn wanneer er enkel gelet wordt op de kwantiteit ervan.

Naam van de Constructie	Beoordeling
Oude gracht in ere herstellen	1.4
Waterballon	0.9
Drijvend plein	0.9
Bergbezinkbassin	0.9

Al deze constructies hebben een poriën percentage van 100%. Daarnaast wordt de hoogte van de constructie op 1 meter gesteld. Mede hierdoor komen deze constructies hoog naar voren. Constructies die minder goed naar voren komen zijn constructies alleen gebruik maken van infiltratie. Bij dergelijke constructies zal het poriënpercentage aanzienlijk lager zijn, waardoor er meer ruimte nodig is om alle neerslag te kunnen verwerken. Wanneer rekening gehouden wordt met lagere neerslagintensiteiten, zijn deze constructie meer geschikt om toe te passen.

Het kwantiteitsaspect is niet het enige wat belangrijk is voor het maken van keuze voor een constructie. Ook het kwaliteitsaspect speelt hierin een belangrijke rol. Om aan het begrip kwaliteit een waarde toe te kennen, is dit begrip opgedeeld in 9 verschillende factoren. Aan de hand van deze factoren wordt bepaald wat de kwaliteit van de constructie is wanneer het wordt aangelegd in een oud bestaand stedelijk gebied. In Tabel 4.4 is te zien wat de mate van kwaliteit is per constructies. Dit is gedaan aan de hand van een aantal factoren die hieronder verduidelijkt zijn.

- *Inpasbaarheid in stedelijk gebied* is onderverdeeld in bestaand en te ontwikkelen gebied. het geeft weer hoe ingrijpend een constructie is wanneer het gaat om het aanleggen ervan. Hoe eenvoudiger een constructie toe te passen is, hoe hoger deze zal scoren.
- *Betaalbaarheid in stedelijk gebied* is onderverdeeld in bestaand en te ontwikkelen gebied. Hoe duurder de geschatte kosten van de constructie zijn hoe lager de score voor de constructie is.
- *Onderhoudsgevoelig* geeft aan of er, nadat de constructie is aangelegd, veel werk zit in het onderhouden. Moet er veel of juist weinig aandacht aan besteed worden. Hoe hoger de score hoe minder onderhoud er verwacht wordt, mits goed aangelegd.
- *Verandering in de openbare ruimte* geeft aan of het straatbeeld verandert. Gaat het er anders uitzien ten opzichte van de huidige situatie of is er niks van te zien. In dit onderzoek is er voor gekozen om een hoge score toe te kennen aan verandering in de openbare ruimte.
- *Effect op de ondergrond/mate van grondroering* is van toepassing op constructies die zich onder de grond bevinden. Er is aangenomen dat weinig roering in de grond een positief uitgangspunt is. Wordt er veel ruimte ondergronds gecreëerd voor water of juist niet?
- *Duurzaam* is een term die moeilijk te definiëren is als het gaat om constructies. In dit geval wordt de term duurzaam gerelateerd aan het effect van de constructie. Een duurzame constructie zorgt ervoor dat het wateroverlast zich niet verplaats naar een andere locatie of dat er nieuwe problemen ontstaan. Dit kan ook met andere problemen te maken hebben. Denk hierbij aan materiaalkeuze en de levensduur van een constructie.
- *Burgerparticipatie* geeft of de burger veel weinig actie moet ondernemen om het nut van een constructie optimaal te houden. Kan een constructie functioneren zonder invloed van de burger. In dit onderzoek wordt een constructie die geen burgerparticipatie behoeft als positief beschouwd.
- *Toepasbaar in gemengd stelsel* is van toepassing op de oudere dicht bebouwde buurten. Hier ligt een gemengd stelsel. Aangezien dit recent vernieuwd is, zal dit gegeven niet veranderen. Wanneer een constructie goed toepasbaar is in combinatie met een gemengd stelsel, is dit positief.

	Inpasbaar in bestaand stedelijk gebied	Betaalbaarheid aanleg in bestaand stedelijk gebied	Onderhoudsgevoelig	Verandering in openbare ruimte	Effect op ondergrond / mate van grondroering	Duurzaam	Burger participatie	Toepasbaar in gemengd stelsel	Toepasbaar in gescheiden stelsel	Gemiddeld kwaliteitsniveau per constructie in bestaand stedelijk gebied
<b>Gestimuleerde infiltratie</b>										
Ondiepe Infiltratie	2	1	1	1	1	3	3	2	2	1,8
Stedelijke diep infiltratie put	3	1	1	1	2	3	3	2	2	2,0
Doorlatende verharding	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2,3
Grindkoffer	2	1	2	1	1	3	3	2	2	1,9
Infiltratiekrat	2	1	2	1	1	2	3	2	2	1,8
Watershell	2	2	2	1	1	2	3	2	3	1,9
Aquaflow	2	1	2	1	2	2	3	2	2	1,9
<b>Natuurlijke Infiltratie</b>										
Wadi's	1	2	2	3	2	2	2	2	3	2,0
Bodempassage	1	2	2	3	3	2	2	2	3	2,1
Trapveld als waterbuffer	1	2	2	3	1	3	1	3	3	2,0
Groenstroken	1	2	2	3	2	2	2	3	3	2,1
Fluctuerend Waterpeil	2	1	2	2	1	1	3	3	3	1,9
<b>Slim Straatprofiel</b>										
Indammen op straatniveau	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2,5
Oude grachten in ere hersteller	1	1	2	3	3	2	1	3	3	2,0
Molgoot vergroten	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2,3
Water bergen op straat	2	3	3	2	3	3	2	1	3	2,4
Water vasthouden in haarvaten	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2,8
<b>Waterplein</b>										
Waterbakken	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2,1
Waterballon	1	1	1	3	1	1	2	1	3	1,4
'Spons' kurkmat	1	1	1	3	2	2	2	2	3	1,8
Drijvend plein	1	1	1	3	2	2	2	2	3	1,8
<b>Huishouden</b>										
Gebruik regenwater in huis	1	2	2	3	1	3	1	3	3	2,0
Opvang in kruipruimtes	2	2	2	2	1	2	2	3	3	2,0
Regenton in regenpijp	2	2	2	2	1	2	2	2	3	1,9
Watertuin	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2,3
Groene daken	1	1	2	3	1	3	2	3	3	2,0
noodstuw voor pand bij verwachte extreme neerslag	1	1	1	3	1	2	2	2	3	1,6
Vegetatiewand	3	2	1	3	3	3	1	3	3	2,4
Regenwaterton	3	3	2	3	1	2	2	3	3	2,4
<b>Vasthouden en zuiveren</b>										
Bezinkvijver	1	2	2	3	2	2	2	2	3	2,0
Bergbezinkbassin	1	1	1	2	3	1	3	2	3	1,8
Helofytenfilter	1	1	2	3	3	3	2	2	3	2,1
Lamellenseparator	1	1	1	2	3	3	3	3	3	2,1
<b>Riool</b>										
Schotjes in het riool/put	1	2	1	1	1	2	3	1	3	1,5
Vergroten rioolcapaciteit	1	1	0	1	1	1	3	3	3	1,6
Gescheidenstelsel	1	1	2	1	3	2	3	3	0	2,0
Anticiperen op extreme	2	2	1	1	1	1	3	3	3	1,8
	Positief inpasbaar, negatief niet goed inpasbaar	Positief lage kosten, negatief hoge kosten	Positief weinig onderhoud, negatief veel onderhoud	Positief veel verandering, negatief geen verandering	Positief weinig grondroering, negatief veel grondroering	Positief goed voor milieu, negatief slecht voor milieu	Positief vergroting woongenoed, negatief woongenoed negatief	Positief toepasbaar, negatief niet toepasbaar	Positief toepasbaar, negatief niet toepasbaar	3 = hoog, 2 = gemiddeld, 1 = laag

Tabel 4.4 Overzicht kwaliteit van de constructies

Wanneer puur gelet wordt op de kwaliteit, spelen hele andere aspecten mee dan wanneer naar kwantiteit wordt gekeken. Dit betekent ook dat andere constructies naar voren komen als goed toepasbaar. In dit geval komen de volgende constructies als best beoordeeld naar voren.

Constructie	Beoordeling
<b>Water vasthouden in haarvaten</b>	2.8
<b>Indammen op straatniveau</b>	2.6
<b>Vegetatiewand</b>	2.4
<b>Regenwaterton</b>	2.4
<b>Water bergen op straat</b>	2.4

In dit geval zijn de constructies die het hoogste scoren allemaal bedoelt om toegepast te worden in de openbare ruimte. Alle zijn gebaseerd op het verfraaien van de buurt of het gebruikmaken van de ruimte op straat.

Constructies die minder hoog scoren zijn de waterballon, schotjes in het riool, vergroten capaciteit en de nood stuw voor pand. Dit heeft te maken met het feit dat dit constructies zijn die veel onderhoud vragen, ondergronds moeten worden toegepast of moeilijk zijn toe te passen in bestaand stedelijk gebied.

Beide tabellen geven op verschillende vlakken inzicht in de effectiviteit, kwantiteit en kwaliteit. Om een score te genereren waarin beide factoren zijn meegenomen, zijn de twee tabellen met elkaar gecombineerd. Door de twee waarden met elkaar te vermenigvuldigen ontstaat een scoreverdeling die gebaseerd is op zowel kwaliteit als kwantiteit. Deze uitslag is te zien in Tabel 4.5.

Na het combineren van beide aspecten, is aan de volgende constructies de hoogste waardering toegewezen.

Naam van de Constructie	Beoordeling
<b>Oude grachten in ere herstellen</b>	2.8
<b>Drijvend plein</b>	1.6
<b>Bergbezinkbassin</b>	1.6
<b>Lamellenseperator</b>	1.4
<b>Waterballon</b>	1.3

Uit deze tabel blijkt dat het herstellen van de oude grachten naar voren komt als de meest efficiënte oplossing. Het in ere herstellen van een gracht is een ingrijpende constructie die grote aanpassingen in de wijk verricht. Daarom is deze uitslag een indicatie die gebruikt kan worden bij het kiezen van een constructie. Om een keuze te kunnen maken, is het belangrijk om een goede gebiedsanalyse mee te nemen in de analyse. Dit geldt voor alle scores die voortkomen uit de kwaliteits- en kwantiteitstabellen.

Constructies als het aanleggen van groenstroken of het plaatsen van doorlatende verharding scoren zeer laag in de combinatietabel. Deze zullen minder effectief zijn in het voorkomen van wateroverlast in bestaand stedelijk gebied. Dit wordt veroorzaakt door een zeer lage score op het kwantiteitsdeel.

Maatregel	Plaats in Trits	Waarde kwaliteit	Waarde kwantiteit	Kwaliteit en Kwantiteit
<b>Gestimuleerde Infiltratie</b>				
Ondiepe Infiltratie*	Bergen	1,8	***	***
Stedelijke diep infiltratie put*	Bergen	2,0	***	***
Doorlatende verharding	Vasthouden	2,3	0,1	0,3
Grindkoffer	Bergen/Afvoeren	1,9	0,4	0,7
Infiltratiekrat	Bergen/Afvoeren	1,8	0,6	1,0
Watershell	Bergen/Afvoeren	1,9	0,3	0,6
Aquaflow	Vasthouden	1,9	0,1	0,2
<b>Natuurlijke Infiltratie</b>				
Wadi's*	Vasthouden/Bergen	2,0	0,6	1,2
Bodempassage*	Vasthouden/Bergen	2,1	0,6	1,2
Trapveld als waterbuffer*	Bergen	2,0	0,6	1,2
Groenstroken*	Vasthouden/Bergen	2,1	0,1	0,2
Fluctuerend Waterpeil	Bergen/Afvoeren	1,9	0,2	0,3
<b>Slim Straatprofiel</b>				
Indammen op straatniveau	Vasthouden	2,6	0,2	0,5
Oude grachten in ere herstellen	Vasthouden/Bergen	2,0	1,4	2,8
Molgoot vergroten	Bergen/Afvoeren	2,3	0,3	0,6
Water bergen op straat	Vasthouden/Bergen	2,4	0,1	0,3
Water vasthouden in haarvaten	Vasthouden	2,8	0,2	0,5
<b>Waterplein</b>				
Waterbakken	Vasthouden	2,1	0,5	1,0
Waterballon	Bergen	1,4	0,9	1,3
'Spons' kurkmat	Bergen	1,8	0,3	0,5
Drijvend plein	Vasthouden/Bergen	1,8	0,9	1,6
<b>Huishouden</b>				
Gebruik regenwater in huis	Bergen	2,0	***	***
Opvang in kruipruimtes	Bergen	2,0	0,5	0,9
Regenton in regenpijp**	Vasthouden	1,9	***	***
Watertuin*	Vasthouden	2,3	0,1	0,2
Groene daken	Vasthouden	2,0	0,0	0,0
Noodstuw voor pand bij verwachte extreme neerslag	Vasthouden	1,6	0,3	0,5
Vegetatiewand	Vasthouden	2,4	0,3	0,8
Regenwaterton**	Vasthouden/Bergen	2,4	***	***
<b>Vasthouden en zuiveren</b>				
Bezinkvijver	Bergen	2,0	0,5	0,9
Bergbezinkbassin	Bergen	1,8	0,9	1,6
Helofytenfilter	Bergen	2,1	0,6	1,2
Lamellenseperator	Bergen	2,1	0,6	1,4
<b>Riool</b>				
Schotjes in het riool/put	Bergen	1,5	--	--
vergroten capaciteit	Bergen	1,6	--	--
Gescheidenstelsel	Bergen	2,0	--	--
anticiperen op extreme neerslag	Afvoeren	1,8	--	--
			per stuk	

Tabel 4.5 Kwaliteit en Kwantiteit van constructies gecombineerd

### 4.3 De aanpak

Verschillende onderdelen zijn toegelicht in dit hoofdstuk, maar hoe wordt is dit in de praktijk toe gepast? Welk stappen, en vooral in welke volgorde, moeten gemaakt worden om tot een gebiedsvriendelijke, milieuvriendelijke, duurzame en acceptabele aanpak voor een bestaande wijk of buurt te komen. Dat is weergegeven in Figuur 4.4.



Figuur 4.4 Aanpak van een probleemgebied

In Tabel 4.6 is te zien wat het nut van elke stap is. Waarom is de ene stap een logisch gevolg op de andere stap? Dit is te zien in de tweede kolom. Hierin wordt omschreven welke producten uit vorige stappen nodig zijn om een stap te voltooien. Hoe er tot de producten gekomen wordt, wordt na de tabel uitgewerkt.

Stap	Instrument	Noodzakelijk uit vorige stappen	Product
1	Gebiedskennis		Gebiedsoverzicht
2	WOLK	hoogtegegevens	Een WOLK simulatie met stroomlijnen en overlastlocaties
3	Constructieschijf	Conclusie uit gebiedskenmerken en WOLK	Visie over toekomst van het projectgebied met bijbehorende constructiepakketten
4	De trits	WOLK, gebiedskenmerken en uitgangspunten voor nieuwe situatie	Deelgebieden met bijbehorende constructiepakketten.
5	Constructie tabel	Constructiepakketten en de omschrijving van de deelgebieden	Lijst van constructies die toepasbaar zijn per deelgebied
6	Aanpak probleemgebied	overgebleven constructies per deelgebied	keuze maken per deelgebied en dit vormt gezamenlijk de aanpak voor het probleemgebied

Tabel 4.6 Stappen en producten

#### Stap 1: Gebiedskennis

Als eerst is het belangrijk om het gebied goed in kaart te brengen. Geen enkel gebied is het zelfde en het is belangrijk om te weten wat die specifieke eigenschappen van het gebied zijn. Hierdoor is een aanpak om maat voor elk gebied te realiseren. De kennis over het gebied heeft als doel het zoeken naar mogelijke ruimten / mogelijkheden voor het realiseren van constructies om overlast door extreme neerslag tegen te gaan. Kennis over de volgende gebiedseigenschappen zijn hiervoor van belang:

- Hoogte verschillen in de wijk. Dit geeft de richting van het afstromende water aan;
- De hoogtekaart van het gebied. Het is belangrijk om de AHN van het gebied te hebben voor de volgende stap. Ook zijn hoogteverschillen van de buurt snel en overzichtelijk te zien.
- Gehele oppervlak en hoeveelheid verhard oppervlak in de wijk. Dit geeft de hoeveelheid water aan dat tot afstroom komt;
- Onverhard oppervlak, hier is wellicht een mogelijkheid te creëren voor tijdelijke waterberging.
- Grondwaterstand, de ruimte die onder de grond beschikbaar is voor berging is voor infiltratie voorzieningen hieruit af te leiden. Als deze onder de grondwaterstand wordt aangelegd zal het grondwater de voorziening vullen wat negatief is voor de bergingscapaciteit;
- Bodemopbouw, voor het toepassen van infiltratievoorzieningen is doorlatende grond belangrijk;
- Open water in de omgeving, dit geeft de mogelijkheid om water af te voeren.
- Onderdoorgangen, op een hoogtekaart of een satellietbeeld zijn deze niet te zien. Het kan echter zijn dat water hier doorheen stroomt;
- Rioolstelsel, wat ligt er en wat staat op de planning om vervangen te worden?;
- Buigegevens. Welke bui wordt gebruikt voor het berekenen van constructies? Een bui die statistisch is afgeleid, of een bui die al eens is gevallen en wat misschien ook de aanleiding is van het onderzoek naar een aanpak.

## **Stap 2: WaterOverlastLandschapKaart (WOLK)**

Met de hoogtegegevens en een bui (dit kan een statistische of een ervaren bui zijn) wordt een WOLK gesimuleerd. Hiermee worden de stroomlijnen en wateroverlast locaties in kaart gebracht. Deze worden gebruikt om deelgebieden te specificeren. Het is belangrijk om de kaart kritisch te bestuderen. Klopt de kaart met ervaringen uit de praktijk en de verwachtingen naar aanleiding van de eerder bepaalde gebiedskenmerken?

## **Stap 3: Constructieschijf**

Nu het projectgebied en de overlastlocaties in kaart zijn gebracht worden een aantal uitgangspunten geformuleerd. Deze worden gebruikt voor de toetsing van de uiteindelijke aanpak voor het projectgebied. De opdrachtgever geeft aan hoe het projectgebied er volgens hem uit moet zien na de aanpak. Zijn veranderingen op het maaiveld gewenst of juist niet. Als dit duidelijk is worden deze uitgangspunten geïntegreerd in de constructieschijf. Hierdoor blijven toepasbare constructiepakketten over en vallen anderen af. Verder zorgt het implementeren van de uitgangspunten voor een zoekrichting bij de volgende stap: waar kunnen de constructies in het gebied worden toegepast. Dit volgt uit de gebiedskenmerken per kleur. De gebiedskenmerken zijn te vinden in Tabel 4.2.



#### **Stap 4: De trits**

Het huidige projectgebied en de uitgangspunten voor de aanpak zijn bekend. Er wordt verder ingezoomd op het projectgebied en gezocht naar onderverdeling in het projectgebied. Dit gebeurt op basis van kenmerken die passen bij de trits *vasthouden - bergen – afvoeren*. Elk onderdeel uit de trits leent zich voor gebieden met diverse kenmerken. Deze kenmerken zijn:

##### **Vasthouden:**

- Ligt op een hoog punt in de wijk;
- Geen grote hoogteverschillen;
- Voldoende hoogteverschil tussen straatprofiel en trottoirs;
- Voldoende infiltratievoorzieningen;

##### **Bergen:**

- Ruimten aanwezig om berging te realiseren. Dit kan ondergronds of bovengronds zijn;
- Deze ruimten liggen laag ten opzichte van het omliggende deelgebied;

##### **Afvoeren**

- Weinig ruimte voor infiltratie / berging;
- Deelgebied ligt laag ten opzichte van omringende gebied;
- Open water is dichtbij;

WOLK speelt bij het bepalen van de deelgebieden ook een grote rol. Gebieden die mogelijk af te koppelen zijn komen goed naar voren uit de stroomlijnen. Verder wordt hierdoor een check gecreëerd of de geformuleerde deelgebieden wel optimaal zijn genomen. De oppervlakten van de deelgebieden worden hier ook duidelijk. Dit is van belang voor het bepalen van de te verwerken hoeveelheid hemelwater. Aan de hand daarvan kan tijdens het keuzeprocess voor de constructie eenvoudig gekeken worden naar de orde van grootte voor de constructie.

Tijdens het onderverdelen is het belangrijk om rekening te houden met de geformuleerde uitgangspunten. Een deelgebied moet overeenkomsten, of gemakkelijk te realiseren overeenkomsten, hebben met de overgebleven inrichtingsgebieden uit de constructieschijf. Op deze manier wordt een tussentijds controlemoment ingebouwd om fouten vroegtijdig te filteren. Verder volgt er aan de hand van de constructieschijf en de omschreven gebiedseigenschappen van de deelgebieden een verdere schifting van constructieschijf.

#### **Stap 5: Constructietabellen**

Gebieden, hoeveelheden en toepassingsgebied zijn per deelgebied bekend. Aan de hand van deze gegevens wordt een schifting gemaakt in de constructietabellen zodat de beste constructies voor dat deelgebied naar voren komen. Met deze lijst wordt voor elk deelgebied een aanpak opgesteld.

#### **Stap 6 Aanpak probleemgebied.**

De mogelijke constructies per deelgebied zijn nu bekend, maar hier moet één algemene aanpak voor komen. Bij de keuze voor een constructie is het belangrijk om de uitgangspunten die vooraf geformuleerd zijn door de opdrachtgever te implementeren. Het kan echter dat uit er enkel constructies uit voort vloeien die niet in lijn zijn met de uitgangspunten. De opdrachtgever moet zijn uitgangspunten aanpassen of tot andere acties overgaan.

## 5 Oosterpoortbuurt aangepakt

In de voorgaande hoofdstukken zijn het gebied en de constructies onafhankelijk van elkaar besproken. Hoofdstuk 3 geeft aan dat gemeenten zorgplicht heeft voor hemelwater en dat probleemgebieden aangepakt moeten worden. Ervaringen uit het verleden geven aan dat de Oosterpoortbuurt een probleemgebied is. In dit hoofdstuk wordt de beschreven aanpak uit hoofdstuk 4 toegepast op de Oosterpoortbuurt. Op deze manier ontstaat een gebiedsgerichte aanpak voor de Oosterpoortbuurt die gebaseerd is op de laatste ontwikkelingen in stedelijk waterbeheer. Dit gebeurt stap voor stap. Per stap wordt uitgewerkt wat het product van de stap moet worden. Tijdens het lezen is het handig om de uitklapkaart uit Bijlage H open te slaan. Hierin staat de buurt met straatnamen zodat direct te zien is over welk gebied er gesproken wordt.

### Stap 1: Gebiedskennis



Het gebied is reeds in hoofdstuk 2 in kaart gebracht. In dit hoofdstuk is onderscheid gemaakt tussen algemene en technische gegevens. In de aanpak is vooral de technische informatie van belang. Deze informatie geeft mogelijke verklaringen waarom er in het projectgebied wateroverlast optreedt. Hier volgt een korte opsomming van de belangrijkste technische informatie van de Oosterpoortbuurt:

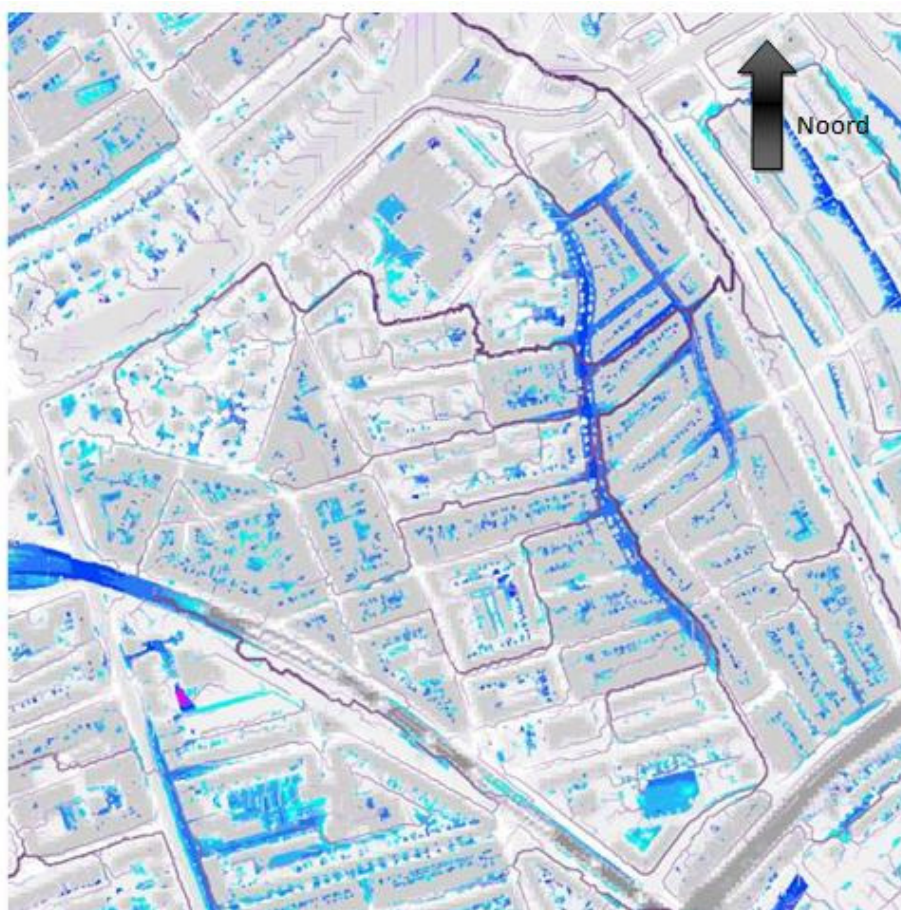
- Hoogte verschillen in de wijk zijn relatief groot. Over een lengte van 300 meter zijn hoogteverschillen van 3 meter bekend. Het laagste punt bevindt zich aan de Meeuwerderweg;
- Het gehele oppervlak van de Oosterpoort is 40 hectare. Hiervan is 27 hectare verhard oppervlak. De resterende 13 hectare is onverhard;
- Van het onverharde oppervlak zijn delen particulier en delen gemeentelijk grondgebied. De gemeentelijke onverharde gebieden zijn het trapveldje bij de Kwintlaan en het grasveld bij de Palmslag;
- De grondwaterstand in de hoger gelegen delen van de buurt variëren van + 2.88 meter tot +0.74 meter ten op zichte van NAP. In de lager gelegen delen van de buurt zijn geen gegevens, maar het omliggende open water in de vorm van het oude Winschoterdiep ligt op +0.45 meter ten opzichte van NAP. Extra onderzoek naar de grondwaterstand is gewenst, maar in dit onderzoek wordt deze waterstand gebruikt voor de lager gelegen delen van de wijk.
- De bovenste 2 meter grond bestaat uit zand;
- Rond het projectgebied is openwater aanwezig in de vorm van het Verbindingskanaal en het oude Winschoterdiep;
- In en rond het gebied zijn twee onderdoorgangen bekend. Dit zijn de fietstunnel vanaf de Meeuwerderweg richting de Verlengde Meeuwerderweg. De andere onderdoorgang is te vinden aan de Meeuwerderweg, tegenover de Dijkstraat;

- In de buurt ligt een gemengd rioolstelsel. Grote delen van het stelsel zijn minder dan 10 jaar geleden vervangen voor ronde betonnen buizen met een diameter van 500 millimeter. Oude buizen zijn eivormig en staan ook op de planning om vervangen te worden.
- In de Oosterpoortbuurt is een regenbui gevallen van 51,7 millimeter in vijf kwartier. Hiervan was 44 millimeter gevallen in één kwartier. Dit kwartier wordt gebruikt voor het bepalen van de aanpak.

## Stap 2: WaterOverlastLandschapKaart (WOLK)



In stap 1 zijn alle gebiedseigenschappen bepaald. Hierin is ook de hoogtekarte voor de Oosterpoortbuurt opgenomen. Ook zijn de buiggegevens bepaald die zorgen voor de aanpak van de buurt. In de simulatie wordt een deel van de bui van 12 juli gebruikt: 44 millimeter neerslag in één kwartier. Met deze input is de WOLK opgesteld zoals te zien is in **Figuur 5.1** en **Bijlage I**



**Figuur 5.1 WOLK Oosterpoortbuurt**

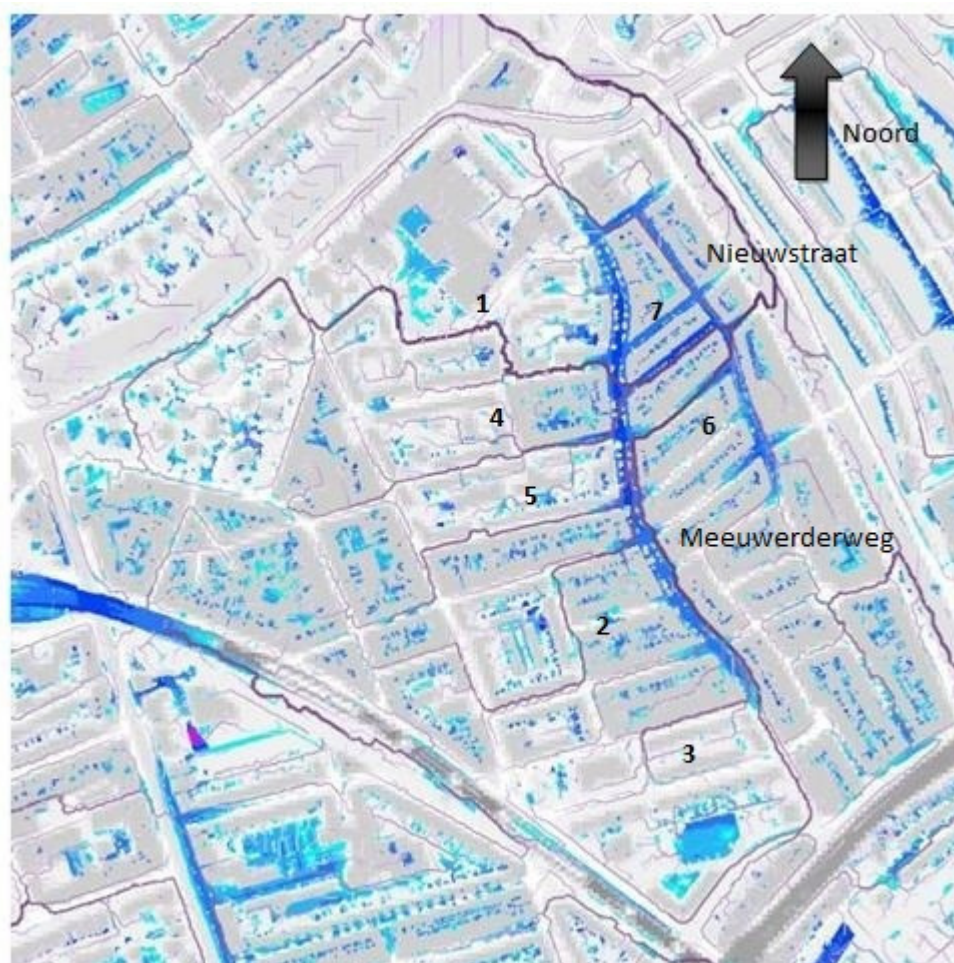
De paarse lijnen zijn de stroomlijnen. Hoe dikker de lijnen hoe meer water er stroomt. Dit geeft tevens de stroomrichting aan. Het dunne gedeelte van de lijn is het begin van de stroomlijn. De blauwe gedeeltes geven aan dat op deze punten water op straat staat. Hoe donkerder het blauw hoe hoger het waterpakket op straat is.



De WOLK geeft aan dat de grootste overlast optreedt in de Meeuwerderweg en de Nieuwstraat. Uit ervaringen van burgers en opdrachtgever blijkt dit overeen te komen. Wat stroomlijnen betreft zijn er een aantal grote lijnen door de volgende straten te herkennen:

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Palmslag         | 5. Warmoesstraat        |
| 2. Alexanderstraat  | 6. Jan Goeverneurstraat |
| 3. Kwintlaan        | 7. Annastraat           |
| 4. Oliemulderstraat |                         |

De stroomlijnen en overlastlocaties zijn aangegeven in Figuur 5.2 Overlastlocaties en stroomlijnen.



Figuur 5.2 Overlastlocaties en stroomlijnen

De overlastlocaties kloppen met de ervaringen. De meeste stroomlijnen lijken ook te kloppen, maar toch zijn er bij stroomlijn Palmslag (1), Jan Goeverneurstraat (6) en Annastraat (7) vraagtekens te zetten. De dikte en de kleur van stroomlijn Palmslag (1) geeft aan dat er minimaal 1000 kub water langs stroomt. Dit is erg veel voor een stroomlijn die niet heel lang is. Het kan mogelijk verklaart worden door het Oosterpoortgebouw. Dit is een groot verhard oppervlak wat mogelijk afwatert op de Palmslag bij extreme neerslag. Stroomlijnen Jan Goeverneurstraat (6) en Annastraat (7) lijken het gebied uit te lopen. Dit is hoogst onwaarschijnlijk, aangezien aan de Oostkant het oude Winschoterdiep ligt. De stroomlijn zou, indien het water het oude Winschoterdiep instroomt, daar moeten eindigen. Dit gebeurt op de kaart niet. Dit komt doordat WOLK geen onderscheid maakt tussen landoppervlak en wateroppervlak. In de verdere stappen is het belangrijk om goed naar deze

stroomlijnen te kijken, omdat deze wellicht eenvoudig af te koppelen is op het oude Winschoterdiep.

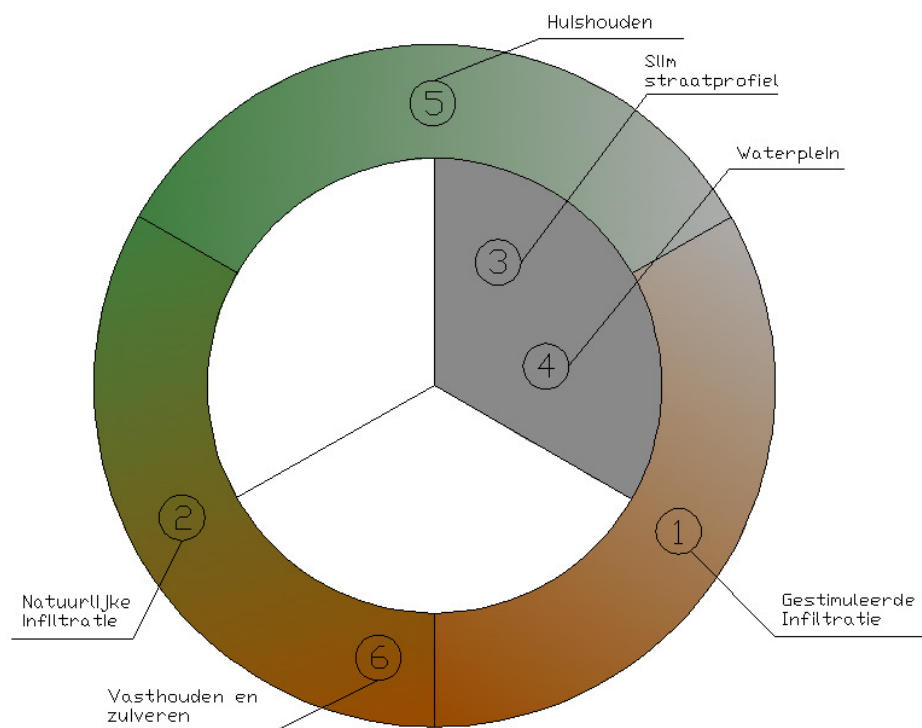
### Stap 3: De constructieschijf



Nu de probleemgebieden en stroomlijnen in de Oosterpoortbuurt in kaart zijn gebracht, kan er gedacht worden aan een aanpak voor de buurt. Wat hiervoor nodig is, zijn uitgangspunten waar de uiteindelijke aanpak op getoetst wordt. Dit is door de opdrachtgever aangegeven in de vorm van de volgende voorwaarden:

- Het wegprofiel van de Meeuwerderweg mag niet opengebroken worden voor de aanleg van constructies. Wel mag de trottoir opengebroken worden voor de aanleg van constructies;
- Het rioolstelsel is recentelijk vervangen. Aanpassingen aan het rioolstelsel worden hierdoor buiten beschouwing gelaten;
- De aanpak moet zo duurzaam mogelijk worden. Dit is, omdat de stad Groningen de ambitie heeft om de duurzaamste stad van Nederland te worden (Gemeente Groningen, 2010);
- Het karakter van de buurt moet zo veel mogelijk gewaarborgd blijven;
- De aanpak moet zoveel mogelijk gezocht worden in voorzieningen op maaiveldniveau.

Uit deze uitgangspunten is te concluderen dat de opdrachtgever duurzame voorzieningen wil gebruiken die veelal in de openbare ruimte te construeren zijn. Wanneer dit in de maatregelenschijf wordt toegepast, vallen twee kleuren af, groen (heeft altijd raakvlak met *grijs* of *groen*) en bruin (voorwaarde dat zoveel mogelijk maatregelen in de openbare ruimte komen en er geen aanpassingen aan het riool worden gedaan). Vier toepassingsgebieden blijven over. De overgebleven gebieden en constructiepakketten zijn weergegeven in Figuur 1.3.



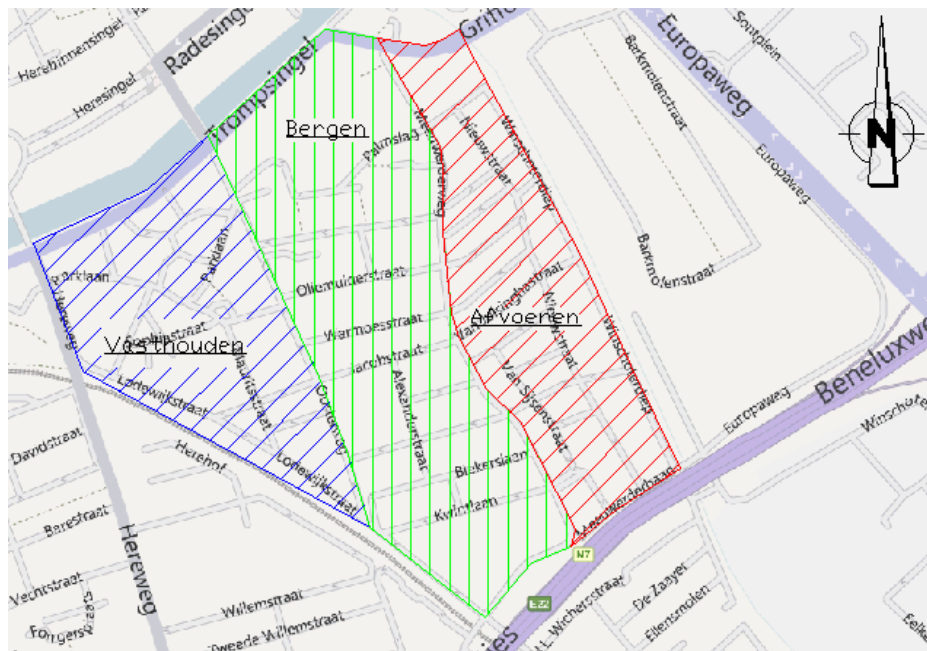
**Figuur 5.3 Toepassingsgebieden voor de Oosterpoortbuurt**

#### Stap 4: De trits



Uitgangspunten voor de nieuwe situatie van de Oosterpoortbuurt zijn bekend. Met deze toepassingsgebieden en constructiepakketten wordt verder gewerkt. Meerdere constructies zorgen, zoals eerder al uit de constructietabellen uit hoofdstuk 4 bleek, voor een gehele aanpak van de buurt. Deze constructies komen op de locaties waar de constructie het best tot zijn recht komt. Het vinden van de optimale locatie gebeurt op basis van de trits *vasthouden – bergen - afvoeren*. In hoofdstuk 4 zijn de gebiedseigenschappen van elk onderdeel uit de trits beschreven. Aan de hand van de gebiedskennis en de WOLK, worden gebieden gezocht die dezelfde of eenvoudig te creëren gebiedseigenschappen heeft. Elk deelgebied wordt getoetst aan de gebiedseigenschappen van de trits. De onderverdeling is te zien in Figuur 5.4. De argumentatie voor deze onderverdeling is onder het figuur te vinden.





Figuur 5.4 indeling deelgebieden

#### Gebiedskenmerken Vasthouden:

- Licht op een hoog punt in de wijk;
- Geen grote hoogteverschillen;
- Voldoende hoogteverschil tussen straatprofiel en trottoirs;
- Voldoende infiltratievoorzieningen;

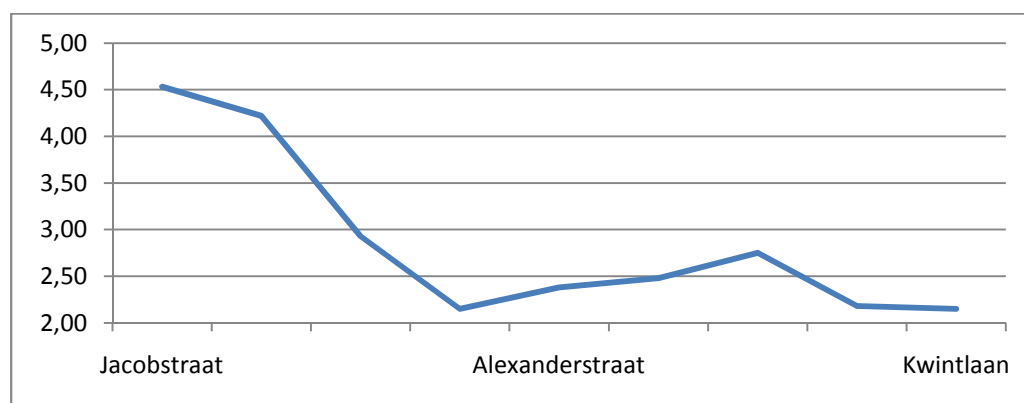
Uit de AHN blijkt dat dit het hoogste gebied in de Oosterpoortbuurt is. Tevens geeft deze aan dat er geen grote hoogteverschillen zijn. Uit veldonderzoek is gebleken dat trottoirs niet op de zelfde hoogte liggen als de straat. De straat kan daarom met eventuele kleine aanpassingen dienst doen om water vast te houden. Uit satellietbeelden en de bestemmingskaart is af te leiden dat het gebied is met het meeste groen in de vorm van tuinen en perken. Uit de bestemmingskaart blijkt dat dit veelal particuliere grond is. Aanpassingen om meer water te infiltreren zijn alleen uit te voeren met behulp van burgerparticipatie. Een ander voordeel is dat het gebied eenvoudig los te zien is van het gehele gebied. De Oosterweg loopt als het ware als een barrière door de buurt heen en kan eenvoudig als afsluiter fungeren. Alle gebiedskenmerken, die bij een *vasthouden* gebied horen, zijn aanwezig om dit gebied als een *vasthouden* gebied te bestempelen.

#### Gebiedskenmerken Bergen:

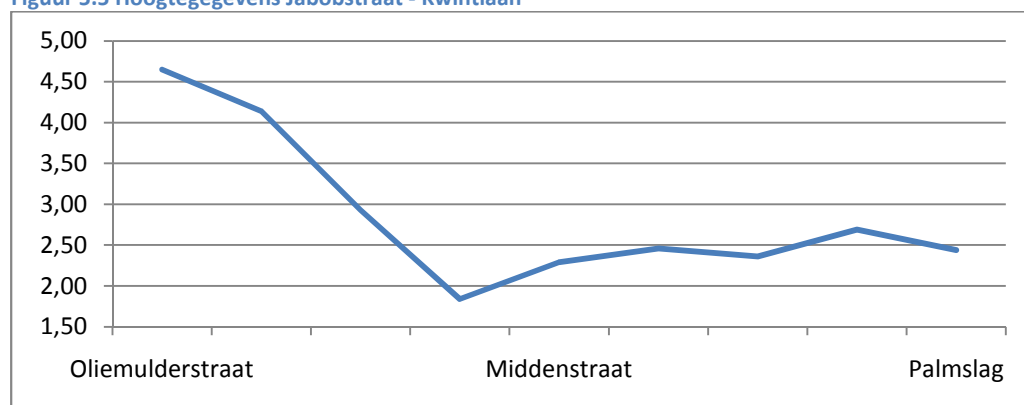
- Ruimten aanwezig om berging te realiseren. Dit kan ondergronds of bovengronds zijn;
- Deze ruimten liggen laag ten opzichte van het omliggende deelgebied;
- Stroomlijnen zijn af te koppelen op bergingsgebieden.

Uit satellietbeelden en veldonderzoek is gebleken dat er gebieden aanwezig zijn die gebruikt kunnen worden voor berging. Het gaat hier om het trapveldje bij de Kwintlaan en het grasveld bij de Palmslag. Dit zijn gebieden die bovengronds ruimte hebben om water te bergen. Op de WOLK is tevens te zien dat hier al water opgeslagen wordt, maar dit kan wellicht gebruikt worden voor meer tijdelijke waterberging. Ondergronds is er weinig ruimte om water te bergen. Dit komt, doordat de grondwaterstand in dit gebied vrij hoog staat ten opzicht van het maaiveld. Dit is te zien in Bijlage B.

De hoogtekaart geeft tevens aan dat de het trapveldje en het grasveld lager liggen dan het omliggend gebied. De WOLK geeft aan dat veel stroomlijnen door dit gebied lopen. Zoals eerder aangegeven wordt het lastig om ondergronds aanpassingen te doen in dit gebied, omdat de grondwaterstand hoog staat, maar bovengronds zijn er wel mogelijkheden. Tussen de mogelijke bergingsgebieden en de stroombanen zijn voorzieningen op straatniveau aan te leggen om hemelwater richting de bergingsgebieden te sturen. Dit is mogelijk, omdat het natuurlijk talud richting de mogelijke bergingsgebieden loopt. Dit is te zien in Figuur 5.5 en Figuur 5.6



Figuur 5.5 Hoogtegegevens Jacobstraat - Kwintlaan



Figuur 5.6 Hoogtegegevens Oliemulderstraat - Palmslag

Het maaiveld loopt in de figuur richting de mogelijke bergingsgebieden. Deze hoogtegegevens zijn afgeleid uit de puthoogtes die in de straten zijn. Sommige putten blijken in verkeersdrempels te liggen. Over het algemeen zijn dit de locaties op de lijn waar het maaiveld weer omhoog loopt. Eenvoudige aanpassingen in de openbare ruimte kunnen hierdoor voor een straatprofiel zorgen die tijdens extreme neerslag water naar mogelijke bergingsgebieden sturen. Dit is de hoofdreden dat dit gebied voor bergen is bestemd.

#### Gebiedskenmerken Afvoeren

- Weinig ruimte voor infiltratie / berging;
- Deelgebied ligt laag ten opzichte van omringende gebied;
- Open water is dichtbij;

Dit gebied is bestempeld als afvoeren, omdat er weinig tot geen ruimte is om water te bergen of te infiltreren. Uit satellietbeelden is te zien dat het gebied dichtbebouwd is en er weinig tuinen en perken zijn. Ondergronds is er ook weinig ruimte voor waterberging, omdat de grondwaterstand

hoog ligt ten opzichte van het maaiveld. Verder ligt het laagste punt van de wijk in dit deelgebied, op de Meeuwerderweg. Al het water dat in de buurt stroomt, gaat zoals te zien is in de WOLK, naar de Meeuwerderweg toe. Vasthouden is daarom niet gewenst. Ook, omdat er weinig tot geen hoogteverschil bestaat tussen straatprofiel en trottoir. Water kan hierdoor niet geborgen worden op straatniveau, omdat het anders direct de huizen instroomt. Een voordeel van dit gebied is dat er open water in de vorm van het oude Winschoterdiep nabij is. Dit maakt dit gebied geschikt om constructies toe te passen die gebruikt worden om water af te voeren.

Het gebied is opgedeeld in drie deelgebieden. Deze deelgebieden worden teruggekoppeld op de constructieschijf. Er wordt gekeken welke toepassingsgebieden er passen bij de gebiedskenmerken van de deelgebieden. De gebiedskenmerken van de deelgebieden worden vergeleken met Tabel 5.1 Gebiedskenmerken van de constructieschijf.

Inrichtingsgebied	Gebiedskenmerken
<b>Grijs</b>	Veel verhard oppervlak, veel toepasbare ruimte bovengronds, hoge grondwaterstand.
<b>Grijs Bruin</b>	Lage grondwaterstand, veel verhard oppervlak, toepasbare ruimte bovengronds.
<b>Bruin</b>	Lage grondwaterstand, weinig verhard oppervlak, weinig toepasbare ruimte bovengronds.
<b>Bruin Groen</b>	Lage grondwaterstand, weinig verhard oppervlak, veel toepasbare ruimte bovengronds.
<b>Groen</b>	Geen kenmerken, omdat dit altijd raakvlak heeft met het <i>grijze</i> of het <i>bruine</i> .
<b>Groen Grijs</b>	Verhouding verhard / onverhard oppervlak vrijwel gelijk, veel toepasbare ruimte bovengronds. Burgerparticipatie is noodzakelijk.

**Tabel 5.1 Gebiedskenmerken van de constructieschijf**

Met de toepassingsgebieden zijn de mogelijk toe te passen constructiepakketen in kaart gebracht. Tabel 5.2 Deelgebied en Constructiepakket is dit uitgewerkt. Het deelgebied geeft aan om welk gebied het uit de trits *Vasthouden – Bergen – Afvoeren* gaat. De gebiedskenmerken zijn de kenmerken van het deelgebied zoals het in de Oosterpoortbuurt is vastgesteld. Het inrichtingsgebied geeft aan welke kleuren uit de constructieschijf toepasbaar zijn op het deelgebied. Toepasbare constructiepakketten geven de constructiepakketten aan die bij die in kolom drie geformuleerde kleuren horen.

Deelgebied	Gebiedskenmerken	Inrichtings gebied	Toepasbare constructiepakketten
- <b>Vasthouden</b>	-Infiltratievoorzieningen -Veel particulier grondgebied -voldoende hoogteverschil trottoir -Straatprofiel	-Grijs	-Slim straatprofiel -Waterplein
<b>-Bergen</b>	-bovengrondse bergingsruimte -trapveldje en een grasveld -stroomlijnen op maaiveld om te leiden naar bergingsruimte -weinig bergingsruimte ondergronds	-Grijs -Bruin-Groen	-Slim straatprofiel -Waterplein -Vasthouden en zuiveren -Natuurlijke infiltratie
<b>-Afvoeren</b>	-weinig ruimte op maaiveld -weinig groenvoorzieningen	-Bruin	-Riool

Tabel 5.2 Deelgebied en Constructiepakket

Als Tabel 5.2 wordt getoetst aan constructietabel met de uitgangspunten van de opdrachtgever blijkt dat de constructiepakketten die met *bruin* te maken hebben buiten beschouwing blijven. Voor afvoeren blijven er op basis van de constructieschijf geen mogelijke constructiepakketten over. In de volgende stap moet er voor het deelgebied vasthouden gekeken worden naar constructies die water afvoeren.

#### Stap 5: De constructietabel



De constructiekeuze voor elk deelgebied is teruggebracht tot enkele constructiepakketten. Uit deze constructiepakketten worden de hoogst gekwalificeerde constructies geselecteerd die passen in het deelgebied. De constructies per deelgebied zijn te zien in Tabel 5.3.

Deelgebied	Constructiepakket	Constructie	Score kwaliteit	Score kwantiteit	Score totaal
<b>Vasthouden</b>	Slim straatprofiel	Oude grachten in ere herstellen	2.0	1.4	2.8
		Indammen op straat niveau	2.5	0.2	0.5
	Waterplein	Drijvend plein	1.8	0.9	1.6
		Waterbakken	2.1	0.5	1.0
<b>Bergen</b>	Slim Straatprofiel	Oude grachten in ere herstellen	2.0	1.4	2.8
		Molgoot vergroten	2.3	0.3	0.6
		Indammen op straat niveau	2.5	0.2	0.5
	Waterplein	Drijvend plein	1.8	0.9	1.6
		Waterballon	1.4	0.9	1.3
	Vasthouden en zuiveren	Bergbezinkbassin	1.8	0.9	1.6
		Lamellenseperator	2.1	0.6	1.4
		Helofytenfilter	2.1	0.6	1.2
	Natuurlijke infiltratie	Trapveldje als waterbuffer	2.0	0.6	1.2
		Bodempassage	2.1	0.6	1.2
		Wadi's	2.0	0.6	1.2
<b>Afvoeren</b>	Constructie waar afvoeren centraal staat	Grindkoffer	1.9	0.4	0.7
		Infiltratiekrat	1.8	0.4	0.6
		Watershell	1.9	0.3	0.6
		Molgoot vergroten	2.3	0.3	0.6

Tabel 5.3 Mogelijke constructies per deelgebied

De constructies worden teruggekoppeld op het deelgebied. De mate van hinder in het deelgebied wordt afgewogen tegen de kosten. Zo is er nauwelijks overlast in het deelgebied *vasthouden*. Dure constructies zijn dus niet noodzakelijk. Met kleine ingrepen moet het water vastgehouden worden. Indammen op straatniveau is daarom de beste constructie voor dit deelgebied.

Voor het deelgebied *bergen* zijn er een aantal constructies die mogelijk toe te passen zijn. Wanneer er gekeken wordt naar het gebied, zijn constructies waar water ondergronds geborgen wordt niet toepasbaar. Tevens is er al een trapveldje en een grasveld in het gebied waar water eventueel geborgen kan worden. Het water moet er nog wel heen geleid worden. Dit kan gedaan worden door water in te dammen op straatniveau.

Het deelgebied *vasthouden* heeft geen specifieke constructiepakketten die toegepast kunnen worden. Er wordt gekeken naar constructies die water afvoeren. Dit zijn allemaal constructies die water afvoeren onder het maaiveld door. Doordat er vanuit wordt gegaan dat de grondwaterstand hoog is, zijn de grindkoffer en infiltratiekrat niet toepasbaar. Het grindkoffer heeft een grootte hoogte en het infiltratiepakket heeft een minimale bescherm laag van 0.5 m boven het krat nodig om niet te bezwijken ([www.ro-online.robeheer.nl](http://www.ro-online.robeheer.nl)). De watershell heeft dit niet nodig waardoor er mogelijkheden zijn om water af te voeren. Een voordeel van de watershells ten opzichte van de molgoot is, dat de watershell onder de gehele breedte van een weg kan worden aangelegd.

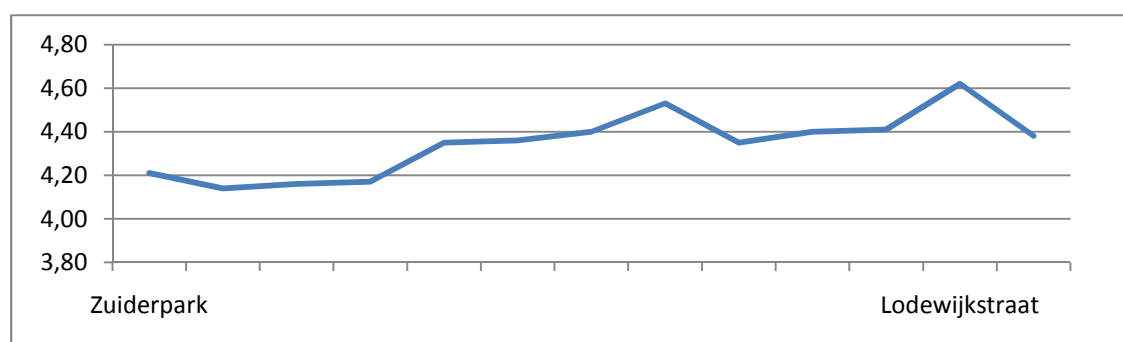
## Stap 6: De constructietabel



De uitwerking van de constructie in het gebied gebeurt in stap 6. Wat moet er gedaan worden om de constructie te laten werken en waar wordt hij precies geplaatst. Dit gebeurt per deelgebied om uiteindelijk een algemene aanpak aan te bevelen.

### Deelgebied vasthouden

De Oosterweg wordt ingericht als afsluiter van het gebied. Dit gebeurt door het realiseren van verkeersdrempels aan de Oostzijde van de Palmslag, Cubastraat, Polderstraat, Oliemulderstraat, Warmoesstraat, Jacobstraat, Frederikstraat en de Kwintlaan. Bij de Jacobstraat is al een kruisende verkeersdrempel gesitueerd. Deze dient aangepast te worden. De Oosterweg moet geheel op gelijk niveau komen. Hierdoor blijven de Mauritsdwarsstraat en de Jacobstraat een verkeersdrempel houden. Deze drempel zal zorgen voor extra vertraging van het afstromende water. Het maaiveldniveau van de Oosterweg ziet er in de huidige situatie uit zoals weergegeven is in Figuur 5.7.



Figuur 5.7 Hoogteprofiel Oosterweg

De piek vrijwel midden in het profiel is de verkeersdrempel bij de Jacobstraat. Wanneer deze verwijderd wordt ontstaat een natuurlijk talud naar het laagste punt, het verbindingskanaal.

Naast de stroomlijnen die zich ontwikkelen in de zijstraten van de Oosterweg, wordt nog een andere belangrijke stroomlijn weergegeven. Deze stroomt vanaf het meest westelijke deel van de buurt door het Zuiderpark naar de Oosterweg. Vanaf hier zal de stroom zich voortzetten over de Palmslag en vervolgens naar de Meeuwerderweg stromen. Om te voorkomen dat al dit water naar de Meeuwerderweg stroomt, zal deze stroom afgetakt worden. Dit zal gebeuren direct ten westen van het kruispunt "Oosterweg – Zuiderpark – Oosterbrug – Trompsingel". Op deze locatie zal over de gehele breedte van de weg een instroom voorziening worden geplaatst die er voor zorgt dat de gehele stroom opgevangen kan worden. Deze stroom zal vervolgens worden afgekoppeld op het verbindingskanaal.

## Deelgebied bergen

In dit deelgebied zijn twee locaties aangewezen die gebruikt worden voor tijdelijke opslag van hemelwater bij extreme neerslag. Dit zijn het sportveld tussen de Kwintlaan en de Esperantostraat en het grasveld bij de Palmslag. Twee gebieden zullen door middel van een slim straatprofiel aangesloten worden op deze locaties. In Bijlage J is te zien hoe deze gebieden zijn opgedeeld. Stroomlijnen zullen op verschillende manieren de juiste richting op gestuurd worden. Het eerste gebied wordt omsloten door de Oosterweg, Jacobstraat, Alexanderstraat, Blekerslaan Reinier Muller's straatje, Kwintlaan Verlengde Lodewijkstraat en Esperantostraat. Vanaf nu wordt dit gebied Kwintlaan genoemd. Het andere gebied wordt omsloten door de Oosterweg, Oliemulderstraat, Middenstraat en Palmslag. Vanaf nu wordt dit gebied Palmslag genoemd.

### Gebied Kwintlaan.

Het sportveld bij de Kwintlaan bestaat uit een verhard tennisveld, een verhard basketbalveld en een onverhard voetbalveld. Dit voetbalveld wordt ingericht voor tijdelijke opslag van hemelwater. Dit gebied is goed bruikbaar, omdat het onverhard is, 0.26 ha groot en het ligt lager dan de omgeving. Met goede toestroom voorzieningen en aanpassingen aan het voetbalveld is berging van het gebied Kwintlaan goed te realiseren.

Toch zijn enkele aanpassingen noodzakelijk om het gebied geschikt te maken voor tijdelijke berging van hemelwater. Deze aanpassingen zijn:

- Infiltratievoorzieningen in de vorm van drainage aanbrengen. Zonder dit zal het veld langer onderwater staan. Door te draineren is het veld weer sneller beschikbaar als sportvoorziening;
- Verdiepen met 0.3m. Dit is noodzakelijk, omdat anders niet al het water van het gebied geborgen kan worden op het veld. De berekening is te zien in Bijlage K;
- Water ondoorlatende voorziening aan de noordzijde om wateroverlast aan de achterkant van de woningen aan de Kwintlaan tegen te gaan;
- Voorziening om water gecontroleerd van het veld weg te laten lopen, als de bergingscapaciteit niet voldoet. Als dit niet gedaan wordt kan het water een richting opstromen waar mogelijke overlast optreedt. Dit moet voorkomen worden door een voorziening om water een richting op te sturen waar het geen overlast geeft aan de omringende omgeving.

Voor de toestroom worden twee punten aangewezen. De eerste is halverwege de Esperantostraat. Over de breedte van de weg wordt een drempel geplaatst die er voor moet zorgen dat tijdens een kleine bui, die kleiner of gelijk is aan bui 8, geen omgevingswater naar het trapveldje stroomt. Tijdens extreme buien stuwt het water op en stroomt af richting het trapveldje. Er wordt als het ware een overstort gerealiseerd. Zaak is wel om een kolk te plaatsen zodat overtollig water het riool in kan stromen. Tijdens de mogelijke uitvoering van deze constructie is het aanbevolen om de hoogte van de drempel nader te bepalen.

De tweede toevoer is het grindpad dat vanaf de Kwintlaan naar het speelveld loopt. het grindpad wordt vervangen door een verhard pad met een hol profiel. Regenwater kan hierdoor naar het



speelveld stromen zonder dat schelpen of andere vegetatie mee stroomt richting het veld. Voor het pad wordt een drempel geplaatst zodat regenwater dat tijdens een bui valt, niet op het veld komt. Dit pad zal tevens als uitloop fungeren wanneer het veld vol gestroomd is. Dit is in de huidige situatie het laagste punt rondom het veld. Het is daarom noodzakelijk om het gebied hier goed op in te richten.

Bij deze twee toestromen horen ook twee stroomgebieden. Voor de Esperantostraat is dit de Verlengde Lodewijkstraat en de Esperantostraat. Aan dit gebied wordt niks veranderd. Water stroomt volgens WOLK al richting de toestroom zodat verdere aanpassingen niet noodzakelijk zijn aan de openbare ruimte. Voor het andere stroomgebied is dit een ander. Er wordt geadviseerd om de Alexanderstraat als waterweg te gebruiken die uiteindelijk uitkomt bij het pad aan de Kwintlaan. Regenwater dat in de Jacobstraat valt, wordt door middel van verhoogde verkeersdrempels de Alexanderstraat ingestuurd. In de Alexanderstraat worden eventuele verkeersdrempels verwijderd om een talud met een afstroom naar de Kwintlaan te creëren. Via de Blekerslaan en het Reinier Muller's straatje komt het water bij de toegang van het pad.

Met deze aanpak wordt een totaal gebied van 3.88 ha geborgen.

### **Gebied Palmslag**

Het bergingsgebied voor gebied Palmslag wordt het grasveld bij de Palmslag. Een Grasveld op de zelfde hoogte ligt als het straatprofiel en waar een dertig stuks bomen staan. Dit is een goed bergingsgebied, omdat volgens WOLK een zeer grote waterstroom vlak langs het veld loopt. Verder is het gemakkelijk om de waterstroom die door de Oliemulderstraat en Middenstraat loopt naar dit gebied te geleiden. Dit komt door geringe hoogteverschillen tussen de Palmslag en de andere twee straten en de afstand is kort met maximaal 150 meter. Twee toestroomvoorzieningen worden gerealiseerd ter hoogte van de twee steegjes die tussen de Polderstraat naar de Palmslag lopen. Eerst wordt er ingezoomd op het bergingsgebied om te zien wat voor aanpassingen noodzakelijk zijn. Het grasveld is met 0.19 ha kleiner dan het speelveld bij de Kwintlaan. Om dit gebied geschikt te maken voor tijdelijke waterberging bij extreme neerslag moeten de volgende voorzieningen getroffen worden:

- Het veld moet uitgegraven worden tot 40 cm onder huidig straatprofiel. Dit is noodzakelijk, omdat anders niet al het water van het gebied geborgen kan worden op het veld. De berekening is te zien in Bijlage K;
- De bomen die er nu staan moeten tijdelijk op een andere plek gepland worden om daarna op de rand van het veld terug te plaatsen. Op deze manier komen de bomen niet onder water te staan, maar blijven de bomen wel in het gebied bestaan. In dit gebied staan beuken. Deze bomen zijn niet geschikt om tijdelijk, gedeeltelijk, onder water te staan. ([www.inbo.be](http://www.inbo.be));
- Bij aanbrengen van de verlaging moet rekening gehouden worden met verzakking van omliggende gebouwen. Door de verlaging van de grond wordt de gronddruk naast het gebouw verminderd waardoor verzakking kan ontstaan. Dit moet ten tijde van uitvoering berekend worden om verzakking tegen te gaan;

- Infiltratie in de vorm van drainage moet aangebracht worden. Zonder dit zal het veld langer onderwater staan. Door te draineren is het veld weer sneller beschikbaar;
- Voorziening om water gecontroleerd van het veld weg te laten lopen, wanneer de bergingscapaciteit niet voldoet. Wanneer dit niet gedaan wordt kan het water een richting opstroomen waar mogelijke overlast optreedt. Dit moet voorkomen worden door een voorziening om water een richting op te sturen waar het geen overlast geeft aan de omringende omgeving.

Zoals eerder aangegeven zijn twee toestroomlocaties aangewezen. Beide toestroomlocaties gaan er hetzelfde uit zien. Over de gehele breedte van de palmslag wordt een lijnafwatering geplaatst. Deze bevindt zich net ten oosten van de steegjes, zodat water dat door de steeg wordt geleid hierin stroomt. Tevens kan het water dat door de palmslag stroomt hier de lijnafwatering instromen. Deze lijnafwatering wordt aangesloten op het riool, zodat bij een bui 8 het water niet op het grasveld komt. In de lijnafwatering komt een overstort richting het grasveld. Wanneer er meer water aangeboden wordt dan een bui 8, stroomt het water over de overstort naar het tijdelijke bergingsgebied. Grootte van lijnafwatering en overstorthoogte moeten voor de uitvoering verder berekend worden.

Ook worden er twee stroombaan gecreëerd die aansluiten op de toestroomlocaties. De eerste stroombaan is Polderstraat richting het meest westelijke steegje. Een kleine stroombaan van 110 meter. Ten oosten van het steegje wordt een verkeersdrempel geplaatst op deze manier stroomt het water het steegje in. Het steegje krijgt een hol profiel met een afschot richting de Palmslag. Hierdoor stroomt het water de goede kant op en niet de huizen in.

De andere stroombaan begint in de Oliemulderstraat en loopt via de Middenstraat naar het steegje tussen de Polderstraat en de Palmslag. Op de kruising Oliemulderstraat en Middenstraat komt aan de westzijde een verkeersdrempel. Water stroomt hierdoor de Middenstraat in. Deze wordt opnieuw bestraat met een afschot richting de Polderstraat en alle verkeersdrempel worden verwijderd. Trottoirs blijven hoger dan het straatprofiel zodat het straatprofiel dienst kan doen als waterweg. Op de kruising van de Polderstraat en het steegje wordt een verkeersdrempel geplaatst. Water stroomt hierdoor het steegje in. Het steegje krijgt een hol profiel met een afschot richting de Palmslag. Hierdoor stroomt het water de goede kant op en niet de huizen in.

Met het afkoppelen van gebied Palmslag wordt een gebied van 3.9 ha afgekoppeld.

### Deelgebied Afvoeren

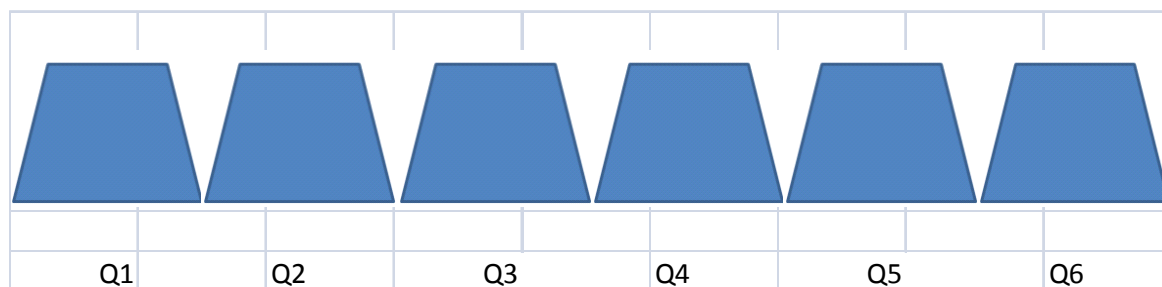
In dit deelgebied is gekozen voor het deel afvoeren uit de trits. Dit komt, doordat dit het laagste punt is in de wijk, er weinig ruimte is voor vasthouden of bergen en er een lozingspunt dichtbij is. De aanwezigheid van het oude Winschoterdiep maakt het mogelijk om hemelwater afgekoppeld van het afval water af toe voeren naar het oppervlaktewater. Door hemelwater bij extreme neerslag direct af te voeren zorgt dit voor ontlasting van het rioolstelsel. Dit is mogelijk, doordat het hemelwater schoon is en niet de waterkwaliteit van het openwater beïnvloedt.

Het probleem in dit gebied is dat het straatniveau het laagst is aan de Meeuwerderweg en het hoogst aan het oude Winschoterdiep. Dit betekent dat het water oppervlakkig vanaf het oude

Winschoterdiep afstroomt richting de Meeuwerderweg. Het is niet mogelijk om het straatprofiel zo in te richten zodat het afschot van het straatniveau veranderd. Oplossingen op het maaiveld zijn hierdoor lastig te realiseren. constructies worden hierom ondergronds gezocht. Er is gekozen voor het creëren voor twee ondergrondse watergangen onder de breedte van de weg richting het Winschoterdiep. Deze watergangen zullen geconstrueerd worden door middel van watershells

Aan de hand van de hoogtekaart, in combinatie met de WOLK, is besloten om deze constructie toe te passen onder de Dijkstraat. Deze straat sluit aan op de Meeuwerderweg op het laagste punt. Daarnaast loopt de Dijkstraat in een rechte lijn tussen de Meeuwerderweg en het Winschoterdiep. Dit zorgt er voor dat het makkelijker wordt om deze constructie aan te leggen. Wanneer er veel kromming in het lengteprofiel zit, moet er maatwerk worden toegepast. Dit is van invloed op de kosten en de aanlegtijd.

De Meeuwerderweg ligt minimaal 0,45 meter hoger dan het waterpeil in het Winschoterdiep. De grondwaterstand ligt hierdoor dicht onder het maaiveld. Er is weinig ruimte onder de grond om infiltratiekratten aan te leggen. Wanneer een infiltratievoorziening in het grondwater geplaatst wordt zal deze een drainerende werking krijgen. Dit betekent dat er altijd water in de kratten zal staan. Rekening houdend met deze gegevens is er gekozen voor een constructie van het type watershell.. Deze watershells hebben een hoogte van 0,35 meter Hiervan is een hoogte van 0.29 meter open voor doorstroming. De watershells worden gefundeerd op kleine betonnen poeren. Hierdoor neemt de hoogte toe met ongeveer 5 centimeter. Een watershell heeft een breedte van 0,5 meter Hiervan is aan de onderzijde enkel 0,3 meter beschikbaar voor doorstroming. Per watershell is een nat oppervlak van 0.09 vierkante meter aanwezig. De watershells worden in rijen van zes naast elkaar geplaatst. Een schematische tekening hiervan word weergegeven in Figuur 5.8



Figuur 5.8 Schematisatie van watershells

Hierdoor ontstaat een watergang met een nat oppervlak van 0,52 vierkante meter. Het maximale debiet van deze constructie 0,46 kubieke meter per seconde. Met deze maatregel is een gebied van 1 hectare verhard oppervlak af te koppelen van het rioolstelsel.

Omdat dit niet afdoende is, is besloten om een zelfde systeem aan te leggen onder de Van Julsinghastraat. Door deze constructie kan een maximaal debiet van 0,39 kubieke meter per seconde verwerken. Met dit debiet wordt een gebied van 0.88 hectare verhard oppervlak afgekoppeld. De Van Julsinghastraat is langer wat zorgt voor meer weerstand van de watershells Hierdoor is het debiet dat de watergang kan verwerken kleiner waardoor het af te koppelen gebied ook kleiner wordt. Deze twee constructies koppelen samen 1,88 hectare verhard oppervlak af naar het Winschoterdiep. De berekening van deze maatregel is terug te vinden in Bijlage L

Met deze manier van water afvoeren is nog niet het gewenste resultaat behaald. Het afgekoppelde gebied is te klein. Daarom is onderzocht wat de afvoercapaciteit is, wanneer de watershells vervangen worden door een betonnen duiker. Een betonnen duiker is te plaatsen onder de grondwaterspiegel. Dit betekent dat er diepere constructies mogelijk zijn. Er is gerekend met de kleinste gangbare maat, 1250 mm breed bij 750 millimeter hoog. Allereerst levert dit een verhoging van de hydraulische straal op. Dit wordt veroorzaakt doordat er geen 'tussenwanden' meer aanwezig zijn. Hierdoor ondervindt het water minder frictie wanneer het door de constructie stroomt. Daarnaast wordt het natte oppervlak vrijwel twee keer zo groot. De betonnen duiker kan een maximaal debiet van 1,72 kubieke meter per seconde verwerken onder de dijkstraat en 1,47 kubieke meter per seconde onder de Van Julsinghastraat. Dit levert een af te koppelen gebied op van respectievelijk 3,87 hectare en 3,32 hectare verhard oppervlak op. Deze berekening is te vinden in Bijlage L.

Het aanleggen van een betonnen duiker is duurder dan het aanleggen van watershells. De keuze tussen een betonnen duiker en watershells moet door de gemeente worden gemaakt op basis van een kosten-batenanalyse.

## 6 Conclusie

Naar aanleiding van wateroverlast in de Oosterpoortbuurt in Groningen, 12 juli 2010, is een onderzoek opgesteld in samenwerking met de gemeente Groningen. In dit onderzoek stond de vraag hoe om te gaan met extreme neerslag in stedelijk gebied centraal. Uit de klimaat scenario's die door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) zijn opgesteld, blijkt dat de buien intensiever worden. Om hier in de toekomst beter mee om te kunnen gaan, is er onderzoek gedaan naar het aanpakken van extreme neerslag in bestaand stedelijk gebied. Dit is gedaan aan de hand van de overlastsituatie in de Oosterpoortbuurt.

Allereerst is de huidige situatie in de buurt onderzocht. Hieruit bleek dat de overlast is veroorzaakt door meerdere factoren. Allereerst bestaat de buurt voor het grootste deel uit verhard oppervlak. Hierdoor stroomt veel hemelwater af naar het riool. Daarnaast zijn er grote hoogte verschillen gemeten in de buurt. Hierdoor verzamelt al het water zich in het laagste deel van de buurt. Daarnaast is gebleken dat het riool deze intensieve neerslag niet kon verwerken. Aan de hand van deze gegevens is informatie over mogelijke constructies gezocht. Hier zijn bijna 40 verschillende manier gevonden om met wateroverlast om te gaan.

Vervolgens is onderzoek gedaan naar de regelgeving omtrent stedelijk waterbeheer. Hierin is uitgezocht wat de wettelijke verantwoordelijkheid is wanneer het gaat om de verwerking van hemelwater. Er is gebleken dat dit getoetst wordt aan de Waterwet. Dit is een samenvoeging van 8 oude wetten die in 2009 tot één geheel zijn samengevoegd. Deze Waterwet zegt dat de gemeente zorgplicht heeft voor de verwerking van hemelwater. Wanneer de gemeente kan aantonen dat zij het gebied zo optimaal mogelijk gebruikt heeft, heeft zij voldaan aan de zorgplicht voor hemelwater. Strikte normen hiervoor zijn er niet. Dit moet voortkomen uit jurisprudentie. Dit heeft tot nu toe één keer plaatsgevonden.

Om een goed beeld te krijgen van hoe extreme neerslag ervaren wordt in de buurt, is een enquête opgesteld. Hieruit blijkt dat dit ervaren wordt als een serieus probleem. Verder blijkt dat er opvallend weinig schade wordt gedeclareerd bij verzekeraars. De verzekeraars behandelen deze declaraties vrijwel altijd positief. Zij leggen ogenschijnlijk niet de aansprakelijkheid bij de gemeente.



**Figuur 6.1 Aanpak van een probleemgebied**

Hierna is een aanpak opgesteld voor het verwerken van extreme neerslag in bestaand stedelijk gebied. Aan de hand van de stappen die zijn weergegeven in Figuur 6.1 is gevonden dat constructies als het herstellen van oude grachten, een drijvend plein en het bergbezinkbassin goed toepasbaar zijn in bestaand stedelijk gebied. Omdat dit erg gebiedsafhankelijk is, komen deze constructies niet terug in de aanpak voor de Oosterpoortbuurt.

In deze buurt is gekozen om de buurt op te delen in een Vasthouden-gebied, een Bergen-gebied en een Afvoeren-gebied. In dit eerste gebied worden drempels geplaatst zodat water niet naar het laagste punt stroomt. Verder wordt een lijnafwatering geplaatst waardoor water af kan stromen naar het verbindingskanaal. In het Bergen-gebied zijn twee wadi's gesitueerd. Het omliggende gebied wordt hier op aangepast zodat regenwater naar deze voorzieningen stroomt. In het Afvoeren-gebied worden twee duikers geconstrueerd die een verbinding creëren tussen de Meeuwerderweg en het oude Winschoterdiep. Afhankelijk van een kosten-batenanalyse van de

opdrachtgever zal deze worden geconstrueerd van watershells of betonnen duikerelementen. Hierdoor zijn twee waarden voor het afgekoppelde gebied bekend. Allereerst de situatie waarbij de duiker wordt geconstrueerd van watershells. Gebaseerd op de bui van 12 juli 2010 is met deze constructie van de totale 40 hectare 19,5 hectare afgekoppeld. Wanneer de duikers worden geconstrueerd van betonnen duikerelementen wordt dit oppervlak vergroot naar 27,4 hectare.

## 7 Verklarende woordenlijst

### 7.1 Afkortingen

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
BOB	Binnenonderkant Buis
CGM	Global Climate Models
CVS	Centrum voor Verzekeringsstatistiek
(v)GRP	(verbreed) Gemeentelijk Riool Plan
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologische Instituut
NAP	Normaal Amsterdams Peil
WOLK	WaterOverlastLandschapsKaart

### 7.2 Termen en Definities

Aanpak	hoe iets gedaan of opgelost gaat worden
Acceptabel	Een oplossing voor een probleem dat voldoet aan de gestelde eisen, maar niet optimaal hoeft te zijn.
Afvalwater	Alle water waarvan de houder zich met het oog op de verwijdering daarvan ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen
Afvoeren	Als er niet voldoende water vastgehouden en geborgen kan worden, moet dit water gecontroleerd worden afgevoerd.
Afwateringssysteem	Een systeem dat er voor zorgt dat regenwater geen probleem geeft aan de omgeving . Dit is een combinatie van het riool oppervlaktewater en waterafvoer via het verhardoppervlak.
Bergbezinkbassin	Reservoir voor de tijdelijke opslag van afvalwater waarin tevens slibafzetting plaatsvindt met een voorziening om het slib te kunnen verwijderen en waaruit overstortingen kunnen plaatsvinden
Bergen	Grotere oppervlaktewateren vangen het teveel aan neerslag tijdelijk op en gebieden die hieraan direct grenzen, lopen gecontroleerd onder water.
Bui	Kort durende, doch meestal hevige neerslag. Ze valt uit cumulo-nimbuswolken, zodra de sterke opstijgende luchtbewegingen, die deze wolken laten ontstaan, de zich in de wolken vormende neerslagdruppels niet meer kunnen beletten om te vallen.
Constructie	Een technische voorziening die hemel water verwerkt en als doel heeft wateroverlast te verminderen.
Duurzaamheid	Het opgang brengen van ontwikkelingen die voorzien in de behoeften van huidige generaties zonder de toekomstige generaties te beletten in hun behoeften te voorzien. ( <a href="http://www.helpdeskduurzaaminkopen.nl">www.helpdeskduurzaaminkopen.nl</a> )
Ernstige hinder	Forse hoeveelheden 'water op straat', ondergelopen tunnels, opdrijvende putdeksel, met een duur in de orde van 30 – 120 minuten. Dit mag eens in de 10-25 jaar optreden
Gebiedsvriendelijk	Datgene dat zo min mogelijk schade toebrengt aan het kenmerkende van het gebied.
Gematigd zeeklimaat	Een klimaat met koele zomers en zachte winters. Neerslag valt gelijkmatig verdeeld over het hele jaar.



Gemengd rioolstelsel	Rioolstelsel, waarbij afvalwater inclusief ingezamelde neerslag door één leidingstelsel wordt getransporteerd
Gescheiden rioolstelsel	Rioolstelsel, waarbij afvalwater exclusief neerslag door een leidingstelsel wordt getransporteerd en neerslag door een afzonderlijk leidingstelsel rechtstreeks naar oppervlaktewater wordt afgevoerd
Grondwater	al het water dat zich onder het bodemoppervlak in de verzadigde zone bevindt en dat in direct contact met bodem of ondergrond staat.
Helofytenfilter	Waterzuivering door middel van helofyten. Dit zijn moerasplanten, zoals riet en lisdodde
Hinder	Kort durend beperkte hoeveelheden 'water op straat', met een duur in de orde van 15 –30 minuten. Dit mag eens in de 2 jaar optreden;
Hemelwater	Verzamelnaam voor water dat uit de hemel valt zoals regen, sneeuw en hagel.
Infiltratie	Het verschijnsel dat water aan het grondoppervlak de grond binnen treedt ( <a href="http://www.natuurinformatie.nl">www.natuurinformatie.nl</a> )
Innovatie	Het vernieuwen en verbeteren van een gebied of een product met waarde voor de beoogde doelgroep.
Neerslagintensiteit	De gevallen neerslag per tijdseenheid.
Onderhoud	Herstel van het oorspronkelijk functioneren, waarbij de toestand van objecten ongewijzigd gehandhaafd wordt
Overlast	Langdurig en op grote schaal 'water op straat', water in winkels, woningen met materiële schade en mogelijk ook ernstige belemmering van het (economische) verkeer. Dit mag eens in de 50 jaar optreden
Poriën percentage	Het volume openruimte gedeeld door het totale volume
Riolering	Het samenstel van riolen, rioolputten en bijbehorende voorzieningen voor de inzameling en het transport van afvalwater
Stedelijk Gebied	Een rastervierkant van 500 bij 500 meter wordt tot stedelijk gebied gerekend als de omgevingsadressendichtheid (oad) van het betrokken rastervierkant 1 500 of meer adressen per vierkante kilometer is. ( <a href="http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/be">www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/be</a> )
Vasthouden	Neerslag tijdelijk opvangen in of op de bodem.
Verhard oppervlak	Daarin worden begrepen: oppervlak van alle straten, parkeerplaatsen, kassen, daken enzovoort in een bepaald gebied. Het water wat hier op valt stroomt vrijwel allemaal naar het riool dan wel oppervlaktewater.
Wadi	Bufferings- en infiltratievoorziening die tijdelijk gevuld is met regenwater

## 8 Literatuurlijst

*Buishand, T.A. & Wijngaard J.B, (2007).* Statistiek van extreme neerslag voor korte neerslagduren. De Bilt.

*I.W. Nortier, (1996),* Toegepaste vloeistofmechanica. Noordhoff Uitgevers, Groningen

*Gemeente Groningen, (2010).* Jaarverslag 2009, groningen geeft energie. Groningen

*KNMI, (2006).* Klimaat in de 21e eeuw vier scenario's voor Nederland. De Bilt

*KNMI, (2009).* Klimaatschetsboek Nederland. De Bilt

*R.J.J.M. Pans, (2009).* Brief aan leden, betreft waterwet, kenmerk: BARW/U200702020. Vereniging van Nederlands Gemeenten (VNG)

*van der Zon, (2010).* Kwaliteitsdocument AHN-2. Delft

*VCS, (2010).* Wateroverlast? Wen er maar aan!, Verzekerd, nr 1, oktober 2010

*v. Luijtelaar (2006),* Stedelijke Wateropgave, Stichting Rioned, Ede

### Geraadpleegde sites:

*Bosrevue, (2005).* <http://www.inbo.be/files/bibliotheek/37/174037.pdf>

*De rechtspraak, (2009).*

[http://zoeken.rechtspraak.nl/resultpage.aspx?snelzoeken=true&searchtype=lijn&lijn=BI7438&u\\_lijn=BI7438](http://zoeken.rechtspraak.nl/resultpage.aspx?snelzoeken=true&searchtype=lijn&lijn=BI7438&u_lijn=BI7438)

*DHV &Significant, (n.b.).*

[http://www.helpdeskduurzaaminkopen.nl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4:wat-is-duurzaamheid-en-wat-zijn-duurzame-ontwikkelingen&catid=1:faq&Itemid=8](http://www.helpdeskduurzaaminkopen.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=4:wat-is-duurzaamheid-en-wat-zijn-duurzame-ontwikkelingen&catid=1:faq&Itemid=8)

*Gemeente Groningen, (n.b.).* [http://gemeente.groningen.nl/ro-online/plannen/NL.IMRO.0014.BP480Oosterpoort-/NL.IMRO.0014.BP480Oosterpoort-vo03/t\\_NL.IMRO.0014.BP480Oosterpoort-vo03\\_index.html](http://gemeente.groningen.nl/ro-online/plannen/NL.IMRO.0014.BP480Oosterpoort-/NL.IMRO.0014.BP480Oosterpoort-vo03/t_NL.IMRO.0014.BP480Oosterpoort-vo03_index.html)

*Gemeente Maastricht, (n.b.).*

[http://www.maastricht.nl/maastricht/servlet/nl.gx.maastricht.client.http.GetFile?id=204206&file=evaluatie\\_wateroverlast.PDF](http://www.maastricht.nl/maastricht/servlet/nl.gx.maastricht.client.http.GetFile?id=204206&file=evaluatie_wateroverlast.PDF)

*Het waterschapshuis, (n.b.).* [www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)

*KNMI, (n.b.).* <http://www.knmi.nl/klimaatmaatwerk/water/index.html>

*KNMI, (n.b.).* <http://www.knmi.nl/cms/content/35939/wolkbreuk>

*n.b. (2009).* [http://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Groeninga - Groningen \(Atlas van Loon\).jpg](http://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Groeninga_-_Groningen_(Atlas_van_Loon).jpg)

*n.b.* (2010). <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=7461BEV&D1=0&D2=1-2&D3=0-100&D4=0,10,20,30,40,50,I&HDR=T,G3&STB=G1,G2&VW=T>  
[http://zoeken.rechtspraak.nl/resultpage.aspx?snelzoeken=true&searchtype=lijn&lijn=BI7438&u\\_lijn=BI7438](http://zoeken.rechtspraak.nl/resultpage.aspx?snelzoeken=true&searchtype=lijn&lijn=BI7438&u_lijn=BI7438)

*Rijksoverheid, (n.b.).* <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/wateroverlast/maatregelen-tegen-wateroverlast>

*Ministerie van VROM, (n.b.).* <http://www.ruimtexmilieu.nl/index.php?nID=1037>

*TNO, (n.b.).* <http://www.geosites.nl/publicaties/219>

*TNO, (n.b.).* <http://www.natuurinformatie.nl/ndb.mcp/natuurdatabase.nl/i000550.html>

*Transportmij. H & S Oldenzaal B.V, (nb).*  
[http://web.inter.nl.net/users/hazewinkel.slebos/grond\\_en\\_zijn\\_eigenschappen.htm](http://web.inter.nl.net/users/hazewinkel.slebos/grond_en_zijn_eigenschappen.htm).

*Unie van waterschappen, (n.b.).* [http://www.water.nl/waterbeleid\\_21e\\_eeuw.htm](http://www.water.nl/waterbeleid_21e_eeuw.htm)

*Wavin, (nb).* [http://ro-online.robeheer.nl/0786/A212595C-DCE9-4DF0-8057-685D814E687B/tb\\_NL.IMRO.0786.PBTolschestraatong-on02\\_16.pdf](http://ro-online.robeheer.nl/0786/A212595C-DCE9-4DF0-8057-685D814E687B/tb_NL.IMRO.0786.PBTolschestraatong-on02_16.pdf)